

Volumen 3, Número 8 — Abril — Junio - 2019

ISSN 2523-2428

Revista de Ingeniería Civil



ECORFAN-Perú

Editor en Jefe

JALIRI-CASTELLON, María Carla Konradis. PhD

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Revista de Ingeniería Civil, Volumen 3, Número 8, de Abril Junio 2019, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Perú. La Raza Av. 1047 No.- Santa Ana, Cusco-Perú. Postcode: 11500. WEB: www.ecorfan.org/republicofperu, revista@ecorfan.org. Editora en Jefe: JALIRI-CASTELLON, María Carla Konradis. PhD. ISSN: 2523-2428. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 30 de Junio 2019.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional de defensa de la competencia y protección de la propiedad intelectual.

Revista de Ingeniería Civil

Definición del Research Journal

Objetivos Científicos

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Ingeniería y Tecnología, en las Subdisciplinas de construcción de puentes, desarrollo de la ingeniería ambiental, gestión en construcción de viviendas, infraestructura hidráulicas, mecánica de suelos, ingeniería sanitaria, infraestructura vial.

ECORFAN-México S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902 su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

Alcances, Cobertura y Audiencia

Revista de Ingeniería Civil es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Perú, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de construcción de puentes, desarrollo de la ingeniería ambiental, gestión en construcción de viviendas, infraestructura hidráulicas, mecánica de suelos, ingeniería sanitaria, infraestructura vial con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ingeniería y Tecnología. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

Consejo Editorial

HERRERA - DIAZ, Israel Enrique. PhD
Center of Research in Mathematics

LARA - ROSANO, Felipe. PhD
Universidad de Aachen

VEGA - PINEDA, Javier. PhD
University of Texas

VAZQUEZ - MARTINEZ, Ernesto. PhD
University of Alberta

ROCHA - RANGEL, Enrique. PhD
Oak Ridge National Laboratory

CENDEJAS - VALDEZ, José Luis. PhD
Universidad Politécnica de Madrid

DE LA ROSA - VARGAS, José Ismael. PhD
Universidad París XI

HERNÁNDEZ - PRIETO, María de Lourdes. PhD
Universidad Gestalt

LÓPEZ - LÓPEZ, Aurelio. PhD
Syracuse University

DIAZ - RAMIREZ, Arnoldo. PhD
Universidad Politécnica de Valencia

Comité Arbitral

GALAVIZ - RODRÍGUEZ, José Víctor. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

MORALES - IBARRA, Rodolfo. PhD
Universidad Autónoma de Nuevo Leon

ROMO - GONZALEZ, Ana Eugenia. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

SALAZAR - PERALTA, Araceli. PhD
Universidad Autónoma del Estado de México

MORILLÓN - GÁLVEZ, David. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

ALONSO - CALPEÑO, Mariela J. PhD
Instituto Tecnológico Superior de Atlixco

ENCISO - CONTRERAS, Ernesto. PhD
Instituto Politécnico Nacional

SERRANO - ARRELLANO, Juan. PhD
Universidad de Guanajuato

NÚÑEZ - GONZÁLEZ, Gerardo. PhD
Universidad Autónoma de Querétaro

SALAZAR - PERALTA, Araceli. PhD
Universidad Autónoma del Estado de México

VERA - SERNA, Pedro. PhD
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Cesión de Derechos

El envío de un Artículo a Revista de Ingeniería Civil emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Perú considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.

Declaración de Autoría

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación del Artículo y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor del Artículo.

Detección de Plagio

Todos los Artículos serán testeados por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandara a arbitraje y se rescindirá de la recepción del Artículo notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

Proceso de Arbitraje

Todos los Artículos se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homólogo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceanía. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbítrros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

Área del Conocimiento

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de construcción de puentes, desarrollo de la ingeniería ambiental, gestión en construcción de viviendas, infraestructura hidráulicas, mecánica de suelos, ingeniería sanitaria, infraestructura vial y a otros temas vinculados a las Ingeniería y Tecnología.

Presentación del Contenido

Como primer artículo presentamos, *Análisis de la soldadura aplicada en el ZSB Trager VW SUV Tiguan (soporte zsb)*, por MEDINA-MENDOZA, José Antonio, HERRERA-REYES, Naieli y MÉNDEZ-MACÍAS, Gerardo, con adscripción en la Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes, como segundo artículo presentamos, *Ciclos del viento como condicionante de diseño bioclimático y urbano para Ciudad Valles, S.L.P.*, por ZAPATA-PADILLA, Néstor Juan, PEDRAZA-GÓMEZ, Carlos, BOJÓRQUEZ-VARGAS, Alma Rafaela, HERNÁNDEZ-GONZÁLES, Gisela Beatriz, con adscripción en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, como tercer artículo presentamos, *Diseño de interfaz gráfica basada en Big Data para cálculo de sistemas de tubería de Clase III*, por RAZÓN-GONZÁLEZ, Juan Pablo, GALLARDO-ALVAREZ, Dennise Ivonne, GARCÍA-GUZMÁN, José Miguel y DURÁN-BELMAN, Israel, con adscripción en el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, como ultimo artículo presentamos, *Optimización del proceso de recuperación de minerales valiosos mediante la implementación del sistema de flotación*, por ACEVEDO-FIGUEROA, Agustín, JUÁREZ-HERRERA, Francisco, CASTREJÓN-PEREZ, Sofía y FLORES-CABRERA, Julio Cesar, con adscripción en el Instituto Tecnológico de Iguala.

Contenido

Artículo	Página
Análisis de la soldadura aplicada en el ZSB Trager VW SUV Tiguan (soporte zsb) MEDINA-MENDOZA, José Antonio, HERRERA-REYES, Naieli y MÉNDEZ-MACÍAS, Gerardo <i>Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes</i>	1-8
Ciclos del viento como condicionante de diseño bioclimático y urbano para Ciudad Valles, S.L.P. ZAPATA-PADILLA, Néstor Juan, PEDRAZA-GÓMEZ, Carlos, BOJÓRQUEZ-VARGAS, Alma Rafaela, HERNÁNDEZ-GONZÁLES, Gisela Beatriz <i>Universidad Autónoma de San Luis Potosí</i>	10-19
Diseño de interfaz gráfica basada en Big Data para cálculo de sistemas de tubería de Clase III RAZÓN-GONZÁLEZ, Juan Pablo, GALLARDO-ALVAREZ, Dennise Ivonne, GARCÍA-GUZMÁN, José Miguel y DURÁN-BELMAN, Israel <i>Instituto Tecnológico Superior de Irapuato</i>	20-27
Optimización del proceso de recuperación de minerales valiosos mediante la implementación del sistema de flotación ACEVEDO-FIGUEROA, Agustín, JUÁREZ-HERRERA, Francisco, CASTREJÓN-PEREZ, Sofía y FLORES-CABRERA, Julio Cesar <i>Instituto Tecnológico de Iguala</i>	28-37

Análisis de la soldadura aplicada en el ZSB Trager VW SUV Tiguan (soporte zsb)**Analysis of the welding applied in the ZSB Trager VW SUV Tiguan (zsb support)**

MEDINA-MENDOZA, José Antonio†*, HERRERA-REYES, Naieli y MÉNDEZ-MACÍAS, Gerardo

*Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes, Departamento de Ingenierías, Aguascalientes, México.*ID 1^{er} Autor: *José Antonio, Medina-Mendoza* / ORC ID: 0000-0002-3969-5765, CVU CONACYT ID: 522777ID 1^{er} Coautor: *Naieli, Herrera-Reyes* / ORC ID: 0000-0002-7654-1167, CVU CONACYT ID: 564450ID 2^{do} Coautor: *Gerardo, Méndez-Macías* / ORC ID: 0000-0001-9141-656X, CVU CONACYT ID: 645250

DOI: 10.35429/JCE.2019.8.3.1.9

Recibido 03 de Marzo, 2019; Aceptado 30 Junio, 2019

Resumen

La soldadura es un proceso importante porque proporciona una unión permanente y las partes soldadas se vuelven una sola unidad. Al unir dos metales se crea una junta (unión soldada) donde tendrá ciertas características, así como también si no es aplicada de la forma correcta posiblemente quedarán discontinuidades. En cualquier proceso de soldadura se pueden presentar defectos, lo principal es asegurar que la profundidad de penetración de la soldadura sea la correcta y garantizar el óptimo desempeño de las funciones a realizar. Una empresa de Aguascalientes dedicada a la manufactura de piezas troqueladas, maquinadas y soldadas ha solicitado que se le realice un análisis a la soldadura aplicada a una pieza que la ha seccionado en 8 partes las cuales contienen los puntos de soldadura que se requiere para formar la estructura de un soporte descansabrazos. Se realizó el estudio por medio de una macro metalografía donde se expuso la principal característica que se solicitó y que es la profundidad de la soldadura. Los resultados reflejan que el proceso de soldadura está muy disperso y que requiere del control de sus parámetros. El 62 % de los datos medidos cumple con lo especificado en la norma VW 01106-1 edición 2015 – 04 con un mínimo de 1.0 mm de profundidad. El detalle de estos datos se puede revisar dentro de este reporte.

Soldadura, Metalografía y Penetración de soldadura**Abstract**

Welding is an important process because it provides a permanent bond and the welded parts become a single unit. When joining two metals a joint (welded joint) is created where they will have certain characteristics, as well as if it is not the application of the correct form possibly discontinuities will remain. In any welding process, defects may occur, the main thing is to ensure that the penetration depth of the weld is correct and the accuracy of the performance of the functions to be performed. A company from Aguascalientes dedicated to the manufacture of die-cut, machined and welded parts has requested that an analysis to the welding applied to a piece that has sectioned it into 8 parts which contain the welding points required to form the structure of an armrest support. The study was carried out by means of a macro metallography where the main characteristic that was requested was exposed and that is the depth of the weld. The results reflect that the welding process is very dispersed and requires control of its parameters. 62% of the measured data complies with what is specified in VW 01106-1 edition 2015 - 04 with a minimum depth of 1.0 mm. The detail of this data can be reviewed within this report

Welding, Metallography, Welding penetration

Citación: MEDINA-MENDOZA, José Antonio, HERRERA-REYES, Naieli y MÉNDEZ-MACÍAS, Gerardo. Análisis de la soldadura aplicada en el ZSB Trager VW SUV Tiguan (soporte zsb). Revista de Ingeniería Civil. 2019. 3-8: 1-9

* Correspondencia del Autor (correo electrónico: jose.medina@utna.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Actualmente los procesos de soldadura en la industria metalúrgica reflejan una gran importancia y que justamente el objetivo principal es la fabricación o procesamiento de laminados, máquinas, piezas y derivados diversos, usando en todos los casos el proceso intrínseco de la soldadura, en donde son tres aspectos esenciales que se brindan a la calidad – precio.

- Una unión permanente
- Bajo Costo
- Seguridad y fiabilidad

Específicamente refiriéndose al proceso de soldadura GMAW es un proceso que garantiza un cordón de soldadura libre de escoria, impurezas, continuo y uniforme. Otro aspecto importante que ofrece este proceso es la flexibilidad que permite soldar aluminio, cobre, aceros inoxidable y aceros de baja aleación en láminas a partir de 0.5 mm de espesor.

Una gran variedad de piezas para la industria automotriz son fabricadas con este proceso y muy frecuentemente en chasis o armaduras de asientos y accesorios como el que se trata en este reporte técnico. Una empresa del Parque Industrial del Valle de Aguascalientes (PIVA) en la ciudad de Aguascalientes, Ags. concursó por el proyecto de la fabricación del soporte tubular soldado del descansa brazos central de un automóvil Tiguan VW, por lo cual se solicita una validación de la aplicación de soldadura en una pieza previamente cortada en sus partes principales.

La pieza es entregada en ocho partes que contienen las diferentes aplicaciones de soldadura y se proporciona también un diseño de la pieza con las características de soldadura requeridas.

El diseño indica las normatividades que hay que cumplir para la penetración de la soldadura mencionándose la norma VW 01106-1 edición 2015 – 04 para soldadura en atmósfera protectora.

La serie de normas VW 00106 se compone, bajo el título genérico de Soldadura en atmósfera protectora, de las partes siguientes:

- Parte 1: Uniones soldadas en chapas de acero - Realización, aseguramiento de la calidad y diseño.
- Parte 2: Mecanizado posterior en uniones en chapas de acero.
- Parte 3: Uniones soldadas de aluminio.

Además, existe la VW 01142 Reparaciones en cordones de soldadura sobre estructuras de aluminio – Valoración del producto e indicaciones de procedimiento.

Ámbito de aplicación

La norma VW 00106 es válida para para la realización y el aseguramiento de la calidad de uniones soldadas por arco voltaico sobre materiales de acero, así como el diseño de dichas uniones soldadas.

Materiales: chapas de acero brillantes, sin recubrimiento y con recubrimiento, así como aceros altamente aleados y aceros inoxidables.

Geometría: Espesores de las piezas de unión de 0,5 mm a 10 mm. Todas las uniones soldadas por arco voltaico, que no caigan dentro de este rango de aplicación, necesitan una aclaración con el departamento de desarrollo técnico. Se admiten indicaciones especiales condicionadas por el componente, por ejemplo, modificación del grupo de evaluación para determinadas irregularidades, y deben registrarse en el plano (en el registro de datos).

Para la aplicación de esta norma se aplican los siguientes símbolos y abreviaturas.

- Σt Suma de los grosores de chapa, mm
- α Ángulo de los flancos del cordón en la junta oblicua o ángulo de transición del cordón (irregularidad)
- a Espesor calculado de cordón angular, mm
- b Profundidad de penetración, mm
- bR Anchura del cordón de soldadura
- b' Anchura del pandeo de la raíz
- CE Equivalente de carbono
- F Plano de la unión
- fi Profundidad de penetración en la chapa i, mm
- fSt Afectación de la superficie (cobertura de la superficie frontal), mm o % de la superficie frontal
- h Magnitud de una irregularidad, por ejemplo, dimensión de la ranura, mm

- i Índice variable (1, 2, etc.)
- O. Aceptable
- k Saliente del borde, mm
- l Longitud del cordón de soldadura, mm
- l1 Longitud de cordón realizada en la junta de dilatación
- l2 Longitud materializada del cordón de soldadura, mm
- lo Longitud de un solapamiento de final de cordón, mm
- n. i. O. Inaceptable
- s Espesor del cordón de soldadura, mm
- si Espesor del cordón de soldadura, referido a la chapa i, mm
- smín Profundidad mínima de penetración (cordón de junta a tope) o espesor mínimo de cordón (cordón angular) según plano
- sN Mínimo espesor del cordón de soldadura común, mm
- ti Grosor de chapa i, mm
- tmáx Máximo grosor en espesores de piezas de unión diferentes
- tmín Mínimo grosor en espesores de piezas de unión diferentes
- tR Espesor de pared del tubo
- WEZ Zona de influencia térmica
- x Profundidad de inserción, mm
- z Longitud calculada del lado, mm

Profundidad de penetración en el caso de cordón angular en junta de solapa (soldadura de ángulo sobre borde). En el caso de que la resistencia de la chapa más fina sea notablemente mayor que la de la más gruesa, puede ser necesario un espesor de cordón mínimo mayor de $smín = 0,7 \times tmín$. En estos casos deben calcularse b1, b2 según la fórmula (1): $b1, b2 \geq 1,4 \times smín$

Justificación

Para la empresa es necesario antes de validar de manera formal su proceso de soldadura referente al soporte ZSB, un análisis previo de las condiciones de los pilotajes de prueba desarrollados. El no cumplir con las condiciones y normatividades implica la pérdida del proyecto de fabricación. Cada zona de soldadura debe validarse para que la estructura soporte el uso para el cual está destinada y sea validada formalmente como una pieza de calidad por una instancia certificadora.

Objetivo

Validar la aplicación de soldadura en el soporte ZSB Tiguan por medio de un análisis metalográfico.

Marco Teórico

El examen de secciones metalográficas de juntas soldadas se realiza normalmente conforme a dos niveles de inspección:

- Macro: Con hasta 50 aumentos empleados con estereomicroscopios. Un macroexamen normalmente se realiza en secciones transversales no embutidas en juntas soldadas e implica técnicas de corte y esmerilado fino/tosco. El acabado resultante es adecuado para el grabado, seguido de un examen de las macrocaracterísticas de la junta soldada, alguna de las cuales se cita a continuación:
 - Geometría de la soldadura
 - Número y tamaño de los pases
 - Profundidad de penetración
 - Extensión de la zona afectada térmicamente
 - Imperfecciones superficiales como fracturas, mordeduras, garganta excesiva, convexidad o ángulo de soldadura.
 - Imperfecciones internas como fracturas, porosidad, inclusiones metálicas, falta de fusión, falta de penetración o escoria.
 - Imperfecciones en la geometría de la junta como abertura de la soldadura, cara de raíz, ángulo de chaflán o desalineación.
- Micro: Cuando el examen se realiza con aumentos mayores (de hasta 1.000) con microscopios ópticos. En las técnicas de microexamen y de dureza transversal, se debe disponer de una superficie pulida y plana ópticamente. El microexamen se realiza para estudios de imperfecciones de soldadura y características microestructurales como:
 - Huecos (porosidades, cavidades con contracción, fracturas diminutas)
 - Fases especiales (fase-sigma en acero inoxidable)
 - Tamaños/estructuras de grano
 - Estructura de soldadura
 - Segregación

- Zona afectada térmicamente y estructura base

Cómo realizar una inspección de soldadura

En general, las técnicas convenciones de los ensayos de dureza y metalográficos también se aplican a las secciones soldadas. No obstante, las características de la soldadura introducen algunos retos específicos en la preparación metalográfica.

Corte

A menudo, el corte por llama se utiliza como una técnica de corte primaria para eliminar una sección soldada más manejable de una fabricación mayor. En este caso es importante que la macro/micro sección se someta a un proceso de corte abrasivo húmedo y que se seccione alejada de la influencia de daños térmicos de un proceso de corte térmico primario. A fin de minimizar la deformación del corte y el riesgo de daños térmicos en la superficie de corte, se aplican las sugerencias generales de selección del disco de corte y de los parámetros de corte.

Embutición

Normalmente, las macro secciones para los ensayos de procedimiento se preparan sin embutición debido a los límites de tiempo y porque un acabado de esmerilado fino por lo general es suficiente para un macro examen. Si la preparación semiautomática es una opción, entonces existen varios soportes para muestras que acomodarán las secciones transversales sin embutir de las juntas soldadas. Si se requiere la embutición, entonces existe la opción de embutición en caliente o embutición en frío. No es inusual, sin embargo, que en el examen de soldadura haya secciones transversales relativamente grandes. En este caso, se pueden utilizar los moldes rectangulares para embutición en frío.

Preparación mecánica

Lo habitual es que las secciones soldadas para un macro examen se preparen manualmente en grados cada vez más finos de papel al carburo de silicio hasta un acabado de 1200 granos. Para muestras mayores o un tiempo de esmerilado superior el disco de esmerilado de diamante en resina ofrece ventajas en cuanto a vida útil y una tasa de eliminación constante.

En el microexamen y en los ensayos de dureza transversal, los requisitos de preparación también incluyen el pulido. Las muestras de soldadura pueden conllevar múltiples variaciones en cuanto a la dureza del material en la muestra, ya sea por cambios de fase durante el soldeo o porque la junta incorpora metales diferentes. El metal de soldadura puede contener partículas duras o algún defecto propio de la soldadura. Por lo tanto, es importante que el método de preparación garantice que el relieve de pulido entre las características microestructurales sea mínimo y que se conserven todos los elementos microestructurales. En este sentido, se prefiere el equipo de preparación automático o semiautomático ya que ofrece constancia y reproducibilidad del pulido lo que facilita un análisis microestructural preciso.

Ataque

Se puede utilizar tanto el ataque químico como electrolítico, dependiendo de la aleación y el análisis requerido. El reactivo más común utilizado para el acero de baja aleación y al carbono es el nital con diversas concentraciones; también se puede usar un 10 % de persulfato amónico. Para diferentes aleaciones como aceros inoxidables o aleaciones de níquel, se debe considerar el ataque electrolítico. El ataque electrolítico ofrece algunas ventajas respecto a otras soluciones de ataque químico como velocidad, facilidad de manejo y mayor seguridad ya que minimiza el contacto del usuario con los reactivos. En aplicaciones donde se requiere un análisis microestructural detallado, las muestras del pulido y ataque electrolítico deben esmerilarse hasta un acabado de 1.000 granos.

Características geométricas

Las características geométricas de una soldadura por lo general se especifican individualmente para cada soldadura o grupo de soldaduras. Por lo tanto, el análisis de fallos, la aprobación o el control de una soldadura en la mayoría de los casos se realiza con una especificación detallada. El tipo, el número y el tamaño de las imperfecciones internas o superficiales además se definen perfectamente para la calidad de soldadura. La medición, el recuento y la indicación e informe de características geométricas e imperfecciones en las soldaduras se debe al alto grado de estandarización como tarea y se puede optimizar mediante el uso de sistemas de imágenes específicos.

Metodología

La empresa ha entregado 8 piezas cortadas donde se observan las soldaduras realizadas en el ZSB Trager y que se someten al siguiente proceso de análisis:

Metalografía Macro para observar básicamente la profundidad de la aplicación de la soldadura que es la característica de la aplicación que pide el cliente.

El estudio se desarrolló en cinco pasos:

- Pulido grueso con lijas de grado 240, 600 y 1000 hasta quitar el rayado del corte previo que se les dio a las piezas en la empresa por medio de un proceso de electroerosión.
- Pulido fino con lijas de grado 1500 y 2000 que al igual que el pulido grueso se realizó en una pulidora radial marca Minitech modelo 233.
- Pulido extrafino con paño y un compuesto de hidróxido de aluminio para obtener un acabado espejo en las muestras sometidas al pulido.
- Ataque químico realizado con nital (alcohol y ácido nítrico) al 5% durante 15 segundos, lavando con agua destilada y secando sin utilizar métodos de aplicación de aire.
- Medición de la profundidad de la aplicación de soldadura por medio de un comparador óptico marca mitutoyo modelo Serie 303 PJ-h30a1010b.

Resultados conclusiones

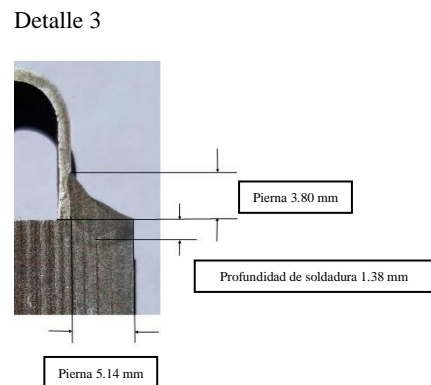
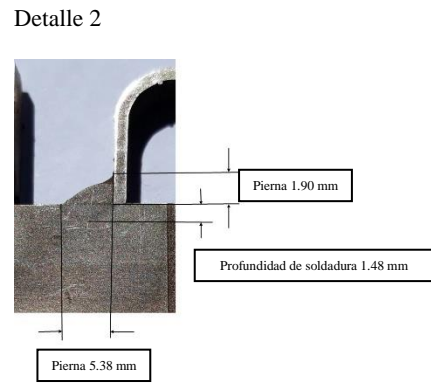
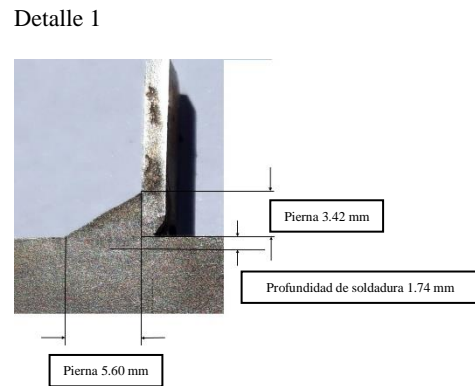
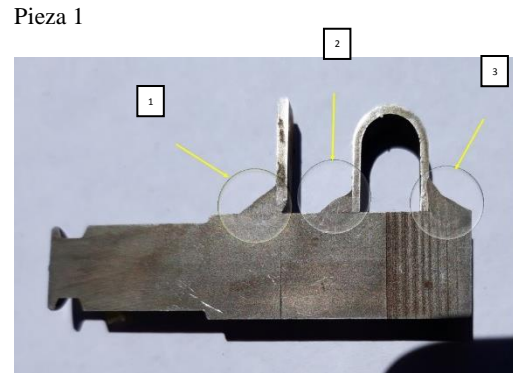
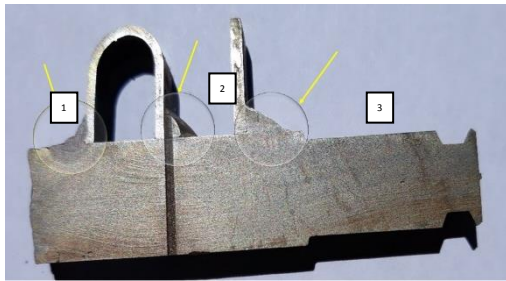


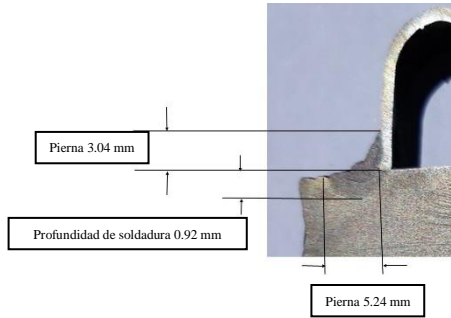
Figura 1 Detalles de Pieza 1

Pieza 1 Profundidad de soldadura Mínima 1 mm		
Norma VW 01106		
Detalle		
1	2	3
1.74 mm	1.48 mm	1.38 mm

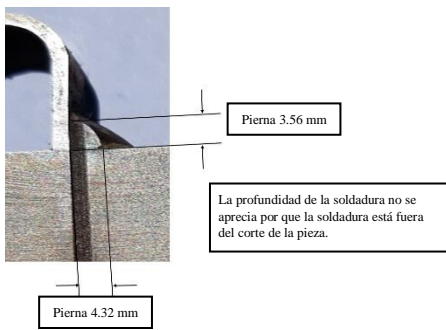
Pieza 2



Detalle 1



Detalle 2



Detalle 3

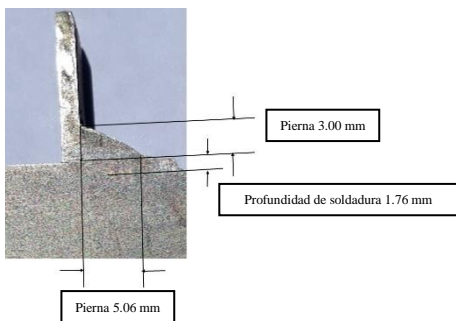
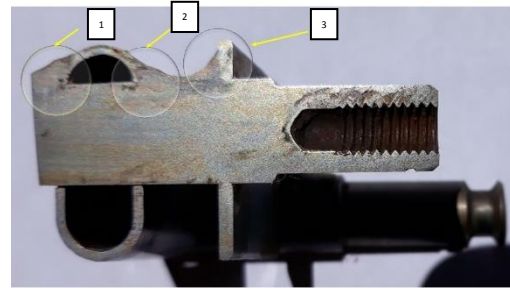


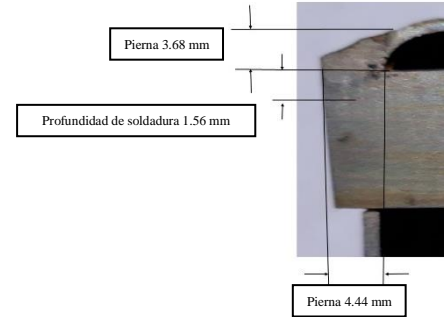
Figura 2 Pieza 2

Pieza 2 Profundidad de soldadura Mínima 1 mm		
Norma VW 01106		
Detalle		
1	2	3
0.92 mm	N/A	1.76 mm

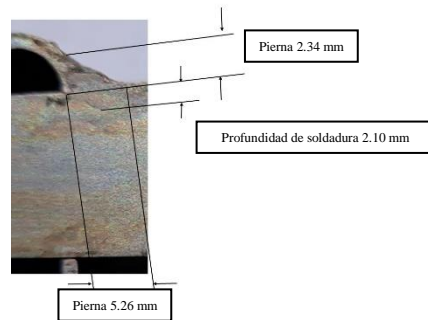
Pieza 3 (Lado corto)



Detalle 1



Detalle 2



Detalle 3

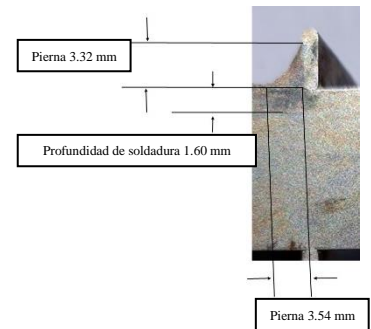
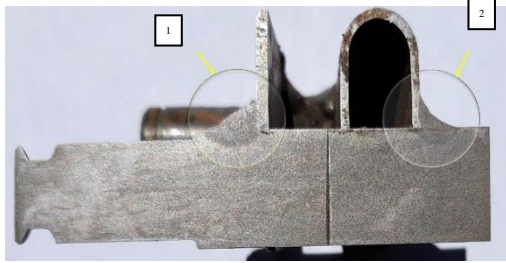


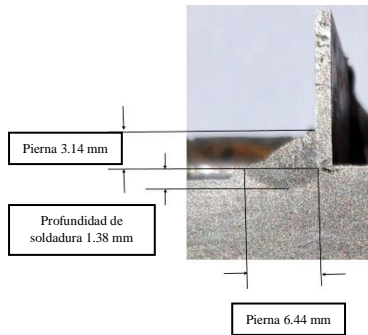
Figura 3 Pieza 3, lado corto

Pieza 3 (Lado corto) Profundidad de soldadura Mínima 1 mm		
Norma VW 01106		
Detalle		
1	2	3
1.56 mm	2.10 mm	1.70 mm

Pieza 3 (Lado largo)



Detalle 1



Detalle 2

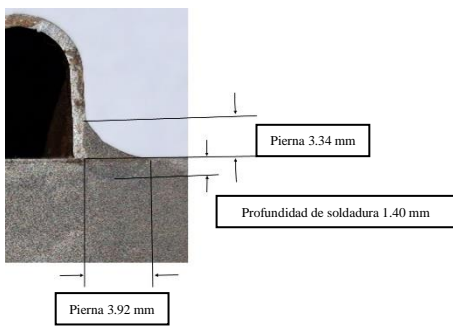
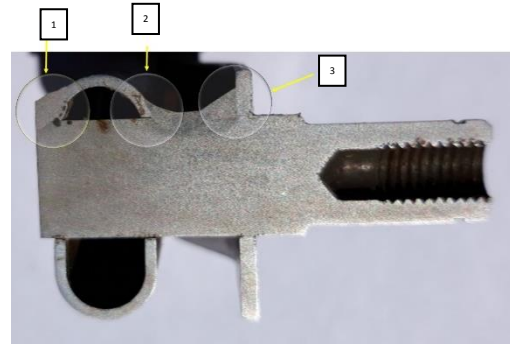


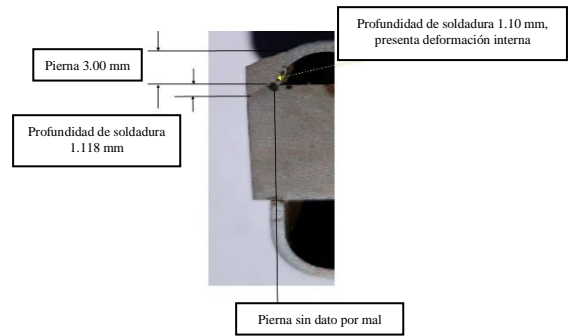
Figura 4 Pieza 3, lado largo

Pieza 3 (Lado largo) Profundidad de soldadura Mínima 1 mm		
Norma VW 01106		
Detalle		
1	2	3
1.38 mm	1,40 mm	N/A

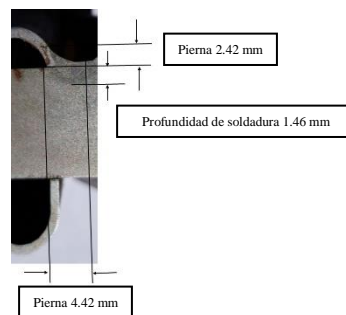
Pieza 4 (Lado largo)



Detalle 1



Detalle 2



Detalle 3

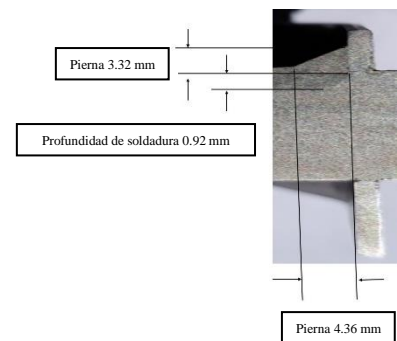


Figura 4 Pieza 4

Pieza 4 (Lado largo) Profundidad de soldadura Mínima 1 mm		
Norma VW 01106		
Detalle		
1	2	3
1.18 mm	1,46 mm	0.92

Pieza 4 (Lado corto)

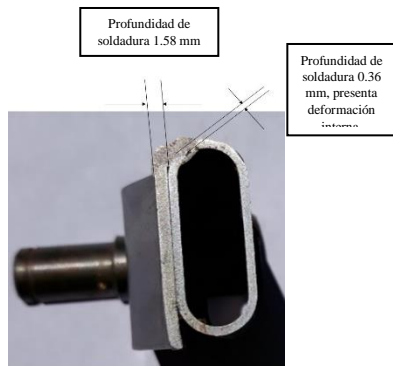


Figura 4 Pieza 4, lado corto

Pieza 4 (Lado corto) Profundidad de soldadura Mínima 1 mm y 0.5 mm		
Norma VW 01106		
Detalle		
1	2	3
1.58 mm	0.36 mm	N/A

Detalle 3

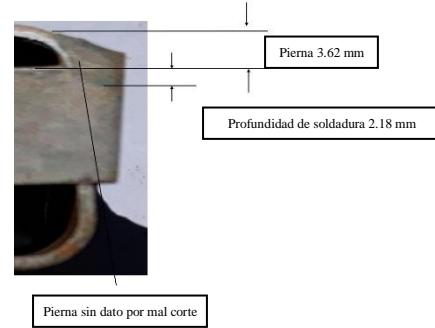
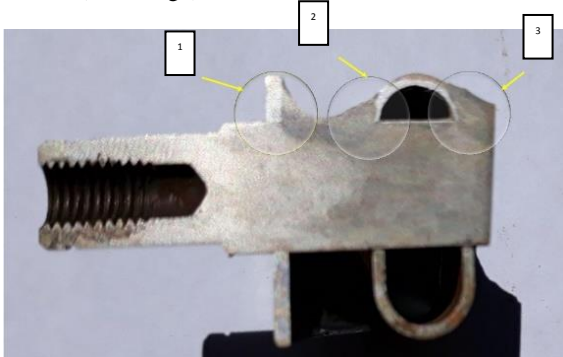


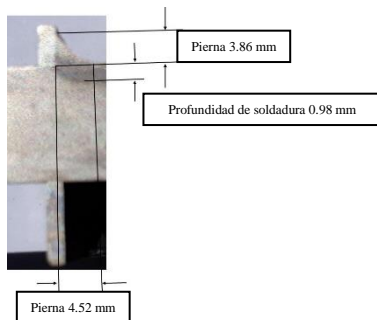
Figura 5 Pieza 5, lado largo

Pieza 5 (Lado largo) Profundidad de soldadura Mínima 1 mm y 0.5 mm		
Norma VW 01106		
Detalle		
1	2	3
0.96 mm	2.08 mm	2.18

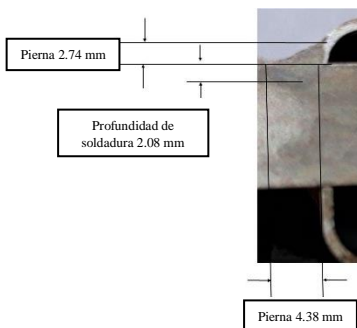
Pieza 5 (Lado largo)



Detalle 1



Detalle 2



Pieza 5 (Lado corto)

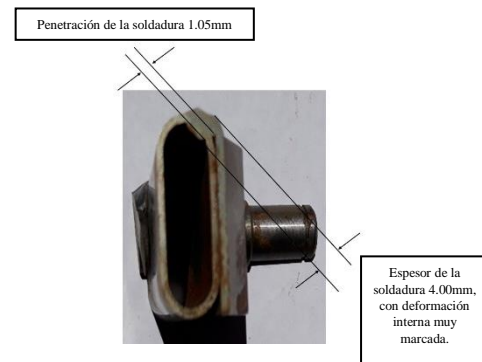


Figura 5 Pieza 5, lado corto

Pieza 5 (Lado corto) Profundidad de soldadura Mínima 1 mm y 0.5 mm		
Norma VW 01106		
Detalle		
1	2	3
1.06 mm	4.00 mm	N/A

Pieza 6 (Lado 1)



Figura 6. Pieza 6, lado 1.

Pieza 6 (Lado 1) Profundidad de soldadura Mínima 1 mm		
Norma VW 01106		
Detalle		
1	2	3
1.18 mm	0.96 mm	2.18

Pieza 6 (Lado 2)

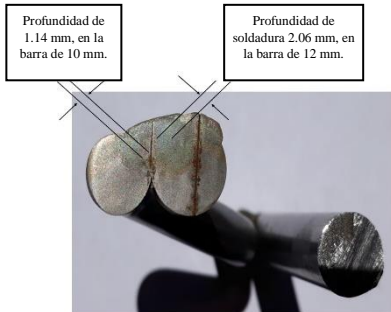


Figura 6 Pieza 6, lado 2

Pieza 6 (Lado 2) Profundidad de soldadura Mínima 1 mm		
Norma VW 01106		
Detalle		
1	2	3
1.14 mm	2.06 mm	N/A

Pieza 7

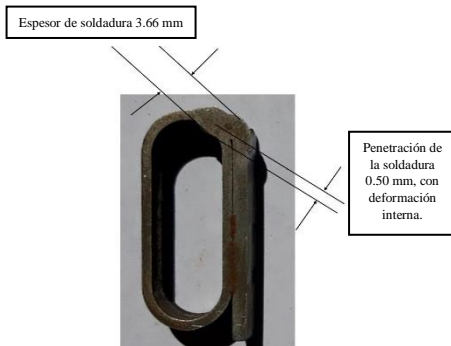


Figura 7 Pieza 7

Pieza 7 Profundidad de soldadura Mínima 1 mm y 0.5 mm		
Norma VW 01106		
Detalle		
1	2	3
3.66 mm	0.50 mm	N/A

Pieza 8

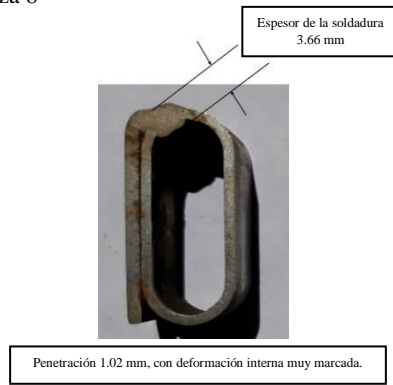


Figura 8 Pieza 8

Pieza 8 Profundidad de soldadura Mínima 1 mm y 0.5 mm		
Norma VW 01106		
Detalle		
1	2	3
3.66 mm	1.02 mm	N/A

Los resultados muestran que se requiere un mejor control de la aplicación del proceso de soldadura para el ZSB Trager ya que solo el 82% de las mediciones cumplen con lo especificado y será necesario seguir observando el proceso para garantizar los resultados. El promedio de la profundidad de la soldadura es de 1.63 mm. Es necesario cuidar los parámetros de la aplicación de la soldadura para que los resultados sean más estables. Se recomienda realizar más análisis similares durante las pruebas de pilotaje para esta pieza soldada.

Referencias

Graves, R. G. (1979). *Metalografía microscópica práctica*. URMO.

(2009). *Norma Volkswagen VW01106. Clasificación 04817.*

Rosanes, J. (2019). *Proyectos de Ingeniería Metalúrgica*. Editorial Bellisco.

Yu, M. L. (1977). *Metalografía y tratamiento térmico de los metales*. Moscú: Mir.

Ciclos del viento como condicionante de diseño bioclimático y urbano para Ciudad Valles, S.L.P.

Wind cycle as a bioclimatic and urban design conditioner for Ciudad Valles, S.L.P.

ZAPATA-PADILLA, Néstor Juan*†, PEDRAZA-GÓMEZ, Carlos, BOJÓRQUEZ-VARGAS, Alma Rafaela, HERNÁNDEZ-GONZÁLES, Gisela Beatriz

Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Unidad Académica Multidisciplinaria Zona Huasteca Nombre, calle Romualdo del Campo No. 501, Frac. Rafael Curiel, Ciudad Valles, S.L.P., México, C.P. 79060,

ID 1^{er} Autor: *Néstor Juan, Zapata-Padilla* / ORC ID: 0000-0003-3367-3589, CVU CONACYT ID: 898332

ID 1^{er} Coautor: *Carlos, Pedraza-Gómez* / ORC ID: 0000-0003-2308-2857, CVU CONACYT ID: 334939

ID 2^{do} Coautor: *Alma Rafaela, Bojórquez-Vargas* / ORC ID: 0000-0001-9959-5320, CVU CONACYT ID: 162577

ID 3^{er} Coautor: *Gisela Beatriz, Hernández-González* / ORC ID: 0000-0002-7473-9583, CVU CONACYT ID: 816192

DOI: 10.35429/JCE.2019.8.3.10.19

Recibido 03 de Marzo, 2019; Aceptado 30 Junio, 2019

Resumen

Objetivo: Identificar y analizar la procedencia del viento en las distintas épocas del año y los diferentes periodos del día para la zona urbana de Ciudad Valles, San Luis Potosí, México, cuyas temperaturas máximas oficialmente rebasan los 45°C. Establecer bases del urbanismo eólico y arquitectura sustentable para adecuar formal y funcionalmente las obstrucciones y causas del viento en las áreas de tránsito peatonal y vivienda. Metodología: Enfoque descriptivo y cuantitativo. Revisión de fuentes documentales, procesamiento y análisis de información estadística de CONAGUA con apoyo de software Excel, aprendizaje y manejo de software WRPLOT View para la elaboración de gráficas de rosas de los vientos. Contribución: Fortalecer y respaldar la toma de decisiones para desarrollar proyectos, programas y mejoramiento de espacios urbano arquitectónicos, con una visión bioclimática y sustentable. Esclarecer a través de gráficas de rosas de los vientos la dirección de estos en la zona urbana de Ciudad Valles, S.L.P.

Urbanismo eólico, Rosas de los vientos Ciudad Valles

Abstract

Objective: Identify and analyze the wind's origin for seasons and periods of the day in the urban area of Ciudad Valles, San Luis Potosí, Mexico, officially with temperatures higher than 113°F. Establish the bases of wind urban planning and sustainable architecture to formally and functionally adapt the obstructions and wind's guides in pedestrian traffic spaces and living place. Methodology: Descriptive and quantitative approach. Review of documentary sources, processing and analysis of statistical information CONAGUA with Excel software support, learning in the management of software WRPLOT See for the elaboration of graphs of roses of the winds. Contribution: Strengthen and support decisions about project development, programs and improvement for urban spaces, with a bioclimatic and sustainable vision. Clarify by graphs and compass roses the wind's direction in the urban area of Ciudad Valles, S.L.P.

Wind urbanism, Compass rose of Ciudad Valles

Citación: ZAPATA-PADILLA, Néstor Juan, PEDRAZA-GÓMEZ, Carlos, BOJÓRQUEZ-VARGAS, Alma Rafaela, HERNÁNDEZ-GONZÁLES, Gisela Beatriz. Ciclos del viento como condicionante de diseño bioclimático y urbano para Ciudad Valles, S.L.P. Revista de Ingeniería Civil. 2019. 3-8: 10-19

* Correspondencia del Autor (correo electrónico: nestor.zapata@uaslp.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Actualmente; en el siglo XXI; el concepto de proyectar una ciudad como tal, difícilmente aplica, salvo en los casos extraordinarios de los emiratos árabes, por lo que el urbanismo, como un conjunto de disciplinas, se dedica más bien a la planeación del desarrollo y expansión de una mancha urbana ya establecida en relación con el crecimiento y actividades de sus habitantes, además de la intervención en ciertas zonas para mejorar las condiciones de vida respecto de los mismos temas. Esto provoca que con el paso del tiempo se deje de considerar el análisis climatológico del sitio para el diseño bioclimático de ciudades, de igual forma se limita la interpretación y el estudio de la relación que existe entre el medio físico y urbano arquitectónico; aunado a ello; los materiales de construcción modernos obedecen más bien a los principios tecnológicos, económicos e industriales más que a la adaptación y sinergia con el medio ambiente donde se desarrolla la ciudad y la arquitectura.

Por estos motivos el urbanismo sustentable, concebido, apropiado y justificado por el contexto físico, el cual tiene la intención de optimizar los recursos naturales en pro del beneficio humano, es cada vez menos utilizado.

Para desarrollar el proyecto de investigación *Eficiencia energética y confort térmico para la persona en las tipologías de vivienda familiar para la región cálida subhúmeda, Ciudad Valles, San Luis Potosí. (Ira etapa: diagnóstico)* es necesario estudiar el contexto meso climático de Ciudad Valles, San Luis Potosí, México, de este modo se identifica que la bibliografía existente no es satisfactoria para obtener información climática detallada para el municipio, específicamente la dirección del viento y la humedad relativa.

Para este escrito únicamente se describe el trabajo que se realiza para la observación del viento, dejando para otro documento la observación de los valores para la humedad relativa, la radiación solar y la temperatura. Este análisis se respalda en la información estadística del municipio llamadas normales climatológicas, información de acceso libre por medio del Servicio Meteorológico Nacional que depende de la Comisión Nacional del Agua; organismo Público; ajeno a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

El cual cuenta para el año 2018 con 188 estaciones meteorológicas automáticas; denominadas EMAS; distribuidas por todo el territorio nacional, además de los equipos de las distintas dependencias nacionales como la Comisión federal de electricidad; CFE; secretaria de marina; SEMAR; con los que colaboran desde hace más de treinta años y suman en conjunto más de tres mil puntos destinados a la medición y registro de datos climatológicos en el territorio nacional, incluyendo el territorio marítimo.

En la búsqueda de información climatológica, específicamente la dirección del viento para Ciudad Valles; se encontraron fuentes de información importantes para el desarrollo urbano municipal, las cuales no describen detalladamente esta variable, tal es el caso del Anuario estadístico del estado de San Luis Potosí de 1988; Anuario estadístico y geográfico de San Luis Potosí 2017; Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2016; Periódico oficial del Gobierno del Estado Libre y Soberano de San Luis Potosí de 1999; Plan de Desarrollo municipal 2012 – 2015; Plan del Centro de población estratégico San Luis Potosí Soledad de Graciano Sánchez del año 2003; Plan Estatal de Desarrollo urbano de San Luis Potosí 2012-2030; Plan Municipal de Desarrollo de Ciudad Valles, San Luis Potosí 2004 – 2006; Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos del año 2009; y para el año 2018; entre otros.

De las fuentes que se revisan, se enuncia la dirección del viento para Ciudad Valles únicamente en el Periódico oficial del Gobierno del estado libre y soberano de San Luis Potosí de 1999 donde describe en su inciso de climatología dos punto siete, lo siguiente; "...considerando que los vientos dominantes proceden del noroeste presentando velocidades moderadas."; sin embargo es de interés de la investigación conocer a detalle el comportamiento del viento en la ciudad, por lo que en general las fuentes no son lo suficientemente útiles.

La información que se trabaja para este artículo se obtiene en formato digital vía correo electrónico, en respuesta de un oficio dirigido al Director de la dependencia en base a los procedimientos de solicitud de Información Pública entregado en las oficinas regionales de la CONAGUA instaladas en la ciudad.

Esta información se recibe en archivos separados, con los cuales se logra producir un concentrado de datos en Excel para las distintas observaciones, el cual se procesa de tal forma que pueda utilizarse en el software WRPLOT view y así realizar las rosas de los vientos mensuales y anuales para la ciudad. Se produce también las gráficas que corresponden a las distintas épocas del año; primavera, verano, otoño e invierno; además, que por cada época se definen también rosas de vientos según el periodo del día; mañana, tarde, noche y madrugada; en horarios de 00:00-6:00h para madrugada, de 6:00-12:00h para mañana, de 12:00-18:00h para tarde y para la noche un horario de 18:00 a 00:00h. Con los datos procesados y las gráficas hechas se logra identificar claramente la dirección de donde procede el viento para Ciudad Valles, San Luis Potosí, México.

Objetivo

Identificar y analizar la procedencia del viento en las distintas épocas del año y los diferentes periodos del día para la zona urbana de Ciudad Valles, San Luis Potosí, México, cuyas temperaturas máximas oficialmente rebasan los 45°C. Establecer bases del urbanismo eólico y arquitectura sustentable para adecuar formal y funcionalmente las obstrucciones y causas del viento en las áreas de tránsito peatonal y vivienda.

Objetivos específicos

Además de consultar la literatura respecto del tema, se solicita a la CONAGUA, conforme a los procedimientos oficiales de acceso a la información, los datos estadísticos que registra la EMA de Ciudad Valles; al recibir la información, se procesa en Excel para analizar, obtener y organizar los resultados de la velocidad en m/s y dirección del viento en grados, posteriormente es necesario aprender a utilizar el programa WRPLOT view para auxiliarse de él y generar los gráficos de rosas de los vientos.

Justificación

Conocer y definir el comportamiento de los vientos para la ciudad es de vital importancia para establecer las bases del urbanismo eólico y arquitectura sustentable en la ciudad; es importante adecuar formalmente.

Así como funcionalmente las obstrucciones del viento particularmente en las áreas de tránsito peatonal y vivienda; esto para las distintas épocas del año, así como para los distintos periodos del día.

La intención de este análisis es fortalecer y respaldar la toma de decisiones en la elaboración de proyectos de creación y mejoramiento de espacios urbanos peatonales considerando por ejemplo sustituir el concreto por vegetación, optimizar la densidad edificada y aumentar las áreas arbóreas, además tener en cuenta la correcta ubicación de ventanas según la procedencia del viento, así mismo implementar sistemas de ventilación natural para la vivienda en la ciudad; todo esto pensando en el bienestar y confort de la persona sin olvidar el sector turístico de la región al mejorar las condiciones del espacio urbano.

Planteamiento del problema

La problemática más relevante para la presente investigación es que los distintos programas municipales de desarrollo urbano carecen de información climática detallada, importante información que justifica el origen e implementación de proyectos urbanos sustentables. Al realizar la búsqueda de información climatológica para el municipio de Ciudad Valles, San Luis Potosí, México, sobre todo en medios como la internet y documentos digitales del municipio, difícilmente se lograr esclarecer la dirección del viento como para realizar un análisis profundo; en este caso la rosa de los vientos en sus distintas épocas del año y periodos del día.

Hipótesis

Dada la lectura, la revisión y el análisis de las distintas fuentes de información que se consultan para conocer los antecedentes y elaborar el marco teórico de la investigación, es posible suponer a manera de hipótesis que la procedencia del viento para la ciudad es variable principalmente por las diferencias en la cantidad y tiempo de exposición solar según horas del día y las épocas del año, además por la ubicación geográfica y características físicas donde al ser un valle, los vientos cambian constantemente.

Enfoque

Para obtener evidencia concisa es necesario desarrollar la investigación con un enfoque mixto; descriptivo y cuantitativo. Se basa en la observación y descripción de las gráficas de rosas de los vientos derivadas de datos estadísticos registrados por aparatos especializados.

Materiales y métodos

Para realizar el análisis que se describe en este documento se ejecutan las siguientes acciones:

1. Trabajo de documentación y análisis bibliográfico, donde principalmente se buscan los datos de interés; dirección del viento para Ciudad Valles en los distintos meses, épocas y horas.
2. Visitar oficinas regionales de la CONAGUA para consultar los procedimientos de solicitud de información pública.
3. Redacción de oficio solicitud dirigido al responsable de la CONAGUA, el Sr. Lic. Jesús Liñán Guevara en el año 2013 y posteriormente; en el año 2016, al Ing. Alejandro Vázquez Acosta.
4. Recepción y revisión de la información solicitada, la cual se recibe vía correo electrónico en formato digital; con extensión de texto (.txt) y Excel (.xls).
5. Trabajo de gabinete: utilizar todos los archivos recibidos para elaborar un concentrado de información en formato de Excel para optimizar los tiempos en generar resúmenes, tablas y en su caso la creación de gráficas y evidentemente el cálculo de resultados.
6. Revisar manual de usuario del programa WRPLOT view para conocer la forma de generar las gráficas rosas de los vientos.
7. Una vez que se organiza la información tal y como es necesaria para utilizarla en el programa WRPLOT view, lo siguiente es procesar los datos para generar las rosas de los vientos y obtener la evidencia de forma clara.

Particularidades de la variable climática Viento

El registro de la dirección del viento se realiza en base a los grados, en este sentido, es importante recordar y distinguir que los ángulos más utilizados se basan en el sistema sexagesimal, que se miden con la rotación de una línea en dirección contraria a las manecillas del reloj, comenzando la medición respecto de la horizontal. Para registrar la dirección del viento este sistema cambia; la forma correcta para el registro del ángulo de la dirección del viento es tomando la vertical como línea de partida; asignándole al extremo superior la orientación norte y un valor angular de inicio de cero grados; y comenzando a rotar en sentido horario, así pues, se llega a los 360 grados en el mismo punto de origen de cero grados con orientación norte. Este ángulo medido en sentido horario a partir de la vertical; desde el norte; se le denomina azimut.

A manera de distinguir lo descrito; el valor de 90° del sistema sexagesimal; es la línea vertical que se encuentra apuntando hacia el extremo superior, mientras que para el uso correcto para el viento corresponde a la orientación norte con dos valores angulares; uno de partida que corresponde a 0° y un valor de 360° como valor final para cerrar la circunferencia.

Además es indispensable para un buen registro; tener en cuenta que el promedio para esta variable aplica de forma distinta; ejemplo de ello es suponer que tenemos valores de la dirección del viento registradas en donde los parámetros son 0 y 360 grados, en donde si pretendemos obtener el valor promedio, aplicamos la operación aritmética; $(0+360)/2$; y se obtiene un valor de 180 grados, por lo tanto se grafica como una orientación Sur, en tanto que los 0 y 360 grados pertenecen a la orientación Norte. Para evitar este error en el cálculo y se logre graficar de forma correcta los sistemas trabajan con rangos de valores según el número de orientaciones de interés que se espera visualizar. Generalmente los rangos adecuados para trabajar son de mínimo ocho hasta un máximo de treinta y dos, esto con la intención de simplificar y facilitar la lectura de los gráficos. Otro aspecto importante de aclarar es que el registro de la dirección del viento en base a un ángulo; realmente indica la procedencia del viento, mas no hacia donde se dirige.

EMA: Estación Meteorológica Automática

Los aparatos más utilizados para la medición y registro de la dirección y velocidad del viento son el anemómetro, la veleta, el anemómetro de placa, el anemómetro de sensor rotativo que implementa cazoletas, y los anemómetros o anemógrafos de tubo de presión. Para efecto de este trabajo se describe de la EMA; los instrumentos para medir las variables meteorológicas y las unidades en las que se registran; a continuación se presenta fotografía (figura 1) de la EMA que se encuentra ubicada en el municipio de Ciudad Valles.



Figura 1 EMA de Ciudad Valles
 Fuente: *Elaboración Propia. Junio 2018*

La EMA trabaja con panel solar para su consumo energético, además que son altamente resistentes a climas extremos, el respaldo de información la realiza en su disco duro para posteriormente acceder a ella o bien se les programa para que envíen la información por internet, esto implica un gran beneficio para simplificar el capital humano necesario para sus cuidados, ya que permite monitorearlas a distancia; a comparación de los observatorios meteorológicos los cuales deben contar con una persona encargada de registrar aproximadamente cada 3 horas las observaciones de las variables climáticas; estas estaciones automáticas registran en lapsos hasta de 15 minutos según la configuración que se les asigne.

Estos equipos cuentan con termómetros para medir la temperatura del aire, ubicando el termómetro dentro de una garita para protegerlo de la radiación directa y no afectar la medición debido al calentamiento por sobreexposición solar del aparato. Para la temperatura de superficie, el termómetro se sitúa a una profundidad de entre los 10 y 100 centímetros por debajo del suelo. Las unidades que se manejan son los grados centígrados; C°; Kelvin; K°; y Fahrenheit; F°. Siendo la unidad internacional la de los grados Kelvin; K°.

Anemómetro o anemógrafo para medir la velocidad del viento; definido como el movimiento del aire en sentido horizontal; regularmente utilizando cazoletas, además de contar con veleta para registrar la dirección del viento. Las unidades más utilizadas en el caso de la velocidad son los nudos o millas náuticas; Kt; los kilómetros recorridos en un tiempo de una hora; km-h; metros por segundo; m-s; millas por hora; m.p.h.; y pies por segundo; ft s-1. Las unidades más utilizadas internacionalmente son los metros por segundo y los nudos.

Higrógrafo para medir la humedad del aire, siendo esta el volumen de agua; vapor; que retiene el aire presente en un metro cubico de espacio, expresada en porcentaje. Como unidades de expresión se utiliza el milibar; mbar; o hectopascal; hpa; de igual forma el kilogramo dividido entre un metro cubico; kg/m3; y regularmente en porcentaje; %.

Barógrafo para medir la presión atmosférica, la cual registra la presión que genera una columna de aire en una superficie de un recipiente de mercurio y se mide en las unidades de hectopascales; hPa; los cuales son más cómodos de utilizar a comparación con el pascal; un hectopascal equivale a cien pascales.

Radiógrafo para medir la energía térmica radiante; la cual se expresa en vatios por metro cuadrado; W-m2; lo que significa la cantidad de energía que recibe una superficie de un metro cuadrado, este valor tiene gran impacto en el balance de confort térmico ya que de igual forma se calcula en W-m2, calculando la energía que recibe la persona, la que consume y la que expulsa.

Las EMAS también se componen del pluviógrafo que sirve para medir la cantidad de agua de lluvia acumulada que recibe un metro cuadrado de superficie; la cual se expresa en una medida lineal como es el caso de la altura en milímetros según el sistema internacional; mm; esto significa que, si se expresa un registro de 1mm de lluvia, representa que ha caído un litro de agua en ese metro cuadrado de superficie.

Para garantizar la correcta medición de las variables, estos aparatos se apegan a las normas mexicanas del Servicio Meteorológico Nacional; tales como la NMX-AA-166/1-SCFI-2013 parte 1 y PROY-NMX-AA-166/2-SCFI-2015 parte 2; Estaciones meteorológicas, climatológicas e hidrológicas. Especificaciones técnicas que deben cumplir el emplazamiento y exposición de los instrumentos de medición de las estaciones meteorológicas automáticas y convencionales.

Estas normas describen temas para el correcto manejo, calibración e instalación de los equipos, así como para su mantenimiento correctivo y preventivo. En su mayor parte cumpliendo también con los manuales y estándares de la Organización Mundial de Meteorología; OMM; organización en la que México ha tenido participación desde los años 70's con la elaboración de diagnósticos, mapas y predicciones en materia del clima a nivel mundial.

1.9.- Aplicaciones urbanas del análisis del viento. Algunas de las aplicaciones del análisis climatológico de una ciudad, particularmente de la variable viento, es la orientación del trazo de las vialidades, donde en el caso de tener vientos con velocidades fuertes provocan túneles de viento con discomfort para el peatón, si el eje longitudinal de las vialidades están orientadas hacia la procedencia del viento, y en contraparte para las zonas con escasas de viento fresco como en el caso de Ciudad Valles, esta orientación del trazo debe adecuarse al de la procedencia de los vientos. Por otra parte, en la ubicación de Zonas Industriales, ingenios y basureros municipales, la observación de la dirección y velocidad del viento es crucial para evitar la proyección de los gases, polvos y olores contaminantes hacia las zonas habitacionales. Recordar también la correcta ubicación de patios de molinos de viento para utilizarlos como generadores de energía eléctrica para la vivienda o para la iluminación de zonas exteriores.

La zona cálido húmeda a escala global generalmente se encuentra ubicada sobre la línea del ecuador y se caracteriza por recibir los rayos del sol de forma casi perpendicular, provocando constantemente temperaturas entre los 22 y 26°C; siendo una subdivisión el clima cálido subhúmedo, este tiene un comportamiento similar, a diferencia de la cantidad de lluvia registrada, en promedio 3000mm para la zona cálido húmeda contra 1500mm del clima cálido subhúmedo; como es el caso de Ciudad Valles.

Ciudad Valles registra una temperatura promedio de 24.7°C y una Humedad relativa del 78% debido a la cercanía con la sierra madre, rica en vegetación e hidrología, la precipitación media anual es de 1,200mm; lo que hace que el contexto físico natural sea considerado generalmente como "Cálido Subhúmedo"; y las recomendaciones generales más importantes para adaptar los espacios abiertos con el afán de provocar cambios de temperatura y por consiguiente desplazamientos del aire son, entre otras cosas:

Controlar la radiación solar directa; con apoyo de obstrucciones; además de controlar también la temperatura radiante, difusa y la humedad relativa, además de protecciones solares, es necesario implementar ventilación mecánica dado que la velocidad del viento en la ciudad no es óptima para refrescar los espacios en los meses y periodos del día más calurosos.

Para la zona cálido subhúmeda, uno de los métodos usados para disminuir la humedad de la vivienda es elevar el desplante con ayuda de pilotes o estructura, lo que se le llama emplazamientos elevados, esto con la finalidad de optimizar el paso del viento y refrescar la mayor superficie de la vivienda.

Otra adecuación puntual para los inmuebles es la de redondear las esquinas para disminuir los cambios bruscos de la dirección del viento, orientar las ventanas pequeñas de frente al viento y colocarlas en la parte inferior de los muros para captar el aire fresco; y en contraposición las ventanas altas para darle mayor circulación de salida al aire caliente.

El viento es también una carga especial en el cálculo estructural de edificios, y sirve para determinar la posibilidad de construir inmuebles con alturas considerables, además de permitir la selección de materiales, espesores de cristales y sistemas constructivos adecuados para las distintas intensidades; un ejemplo de ello es el caso de la ciudad de Oaxaca, donde se vio en la necesidad de sustituir la velaría del auditorio Guelaguetza por otra más resistente, esto debido a las fuertes ráfagas de viento que desprendieron la original.

Otro de los aspectos significativos de conocer las condiciones del viento, es analizar el aporte que esta variable tiene para el confort térmico de la persona en espacios exteriores para el caso del urbanismo, e interiores para la arquitectura. Según la evaluación del confort para las condiciones ambientales de Ciudad Valles, calculadas con los valores de las variables climatológicas se recomienda la ventilación mecánica en un horario de 11:00 h a 19:00 h especialmente del mes de mayo al mes de septiembre; y en horarios de 13:00 h a las 15:00 h, en el mes de abril; es necesario también incentivar el movimiento del aire. (Zapata 2017: 26)

La velocidad del viento ideal oscila entre los 2 y 4 m/s, velocidades que Ciudad Valles presenta la mayor parte del tiempo, sin embargo, estos datos son medidos en contextos distintos a las de la mancha urbana, zona donde los inmuebles obstruyen y modifican significativamente la dirección y su velocidad.

Conclusiones y recomendaciones

En base a la revisión que se realiza se logra confirmar la dirección del viento para Ciudad Valles a lo largo de los nueve años, siendo esta dirección; en caso de generalizar; noroeste y sureste, y siendo aún más específicos; noroeste y este sureste; NO y ESE. Coincidiendo con la información del periódico oficial del estado de San Luis Potosí del año 1999 en la dirección NO.

Dada la magnitud de los datos con los que se trabaja, se tiene la oportunidad de resumir la dirección y velocidad del viento para cada mes del año como se muestra en la tabla 1; considerando el periodo del año 2004 al año 2011 y posteriormente el periodo del año 2014 y 2015 ya que no se obtuvieron datos de los años 2012 y 2013.

Mes	Dirección	Velocidad m/s
Enero	NO, SE	1.46
Febrero	ESE, NO	1.69
Marzo	ESE	2.15
Abril	ESE	2.44
Mayo	E	2.32
Junio	ENE	2.06
Julio	E, NO	1.51
Agosto	ESE, NO	1.48
Septiembre	NO, ESE	1.28
Octubre	NO, ESE	1.34
Noviembre	NO, SE	1.21
Diciembre	NNO, ESE	1.30

Tabla 1 Promedio de la velocidad del viento en un periodo de 9 años

Fuente: *Elaboración Propia*

Es importante enunciar que, si generalizamos la dirección de procedencia, estas direcciones se presentan en todos los meses del año, por lo que es necesario desglosarla en épocas y en los periodos del día para ser aún más específicos y verificar su comportamiento según los distintos escenarios estacionales, mensuales y de horario, para así garantizar un mejor análisis. En la tabla 2 se revisa la dirección y velocidad del viento por estación; en la tabla 3 se revisa la dirección y velocidad del viento según el horario del día y en la tabla 4 que se deriva de la anterior; se resume el comportamiento de ambos parámetros según el periodo del día.

Época	Dirección	Velocidad m/s
Primavera	E, SO, ENE	2.50
Verano	E, NO	1.60
Otoño	NO, ESE	1.30
Invierno	ESE, NO	1.80

Tabla 2 Dirección y velocidad del viento estacional en un periodo de 9 años

Fuente: *Elaboración Propia*

Horario	Dirección	Velocidad m/s
06:00h - 12:00h	NO	0.70
12:00h - 18:00h	NO	1.30
18:00h - 00:00h	ESE	3.10
00:00h - 06:00h	ESE	1.90

Tabla 3 Dirección y velocidad del viento por horario en un periodo de 9 años

Fuente: *Elaboración Propia*

Periodo del día	Dirección	Velocidad m/s
Mañana y Tarde	NO	1.10
Noche y Madrugada	ESE	2.40

Tabla 4 Dirección y velocidad del viento por periodo del día en un periodo de 9 años

Fuente: *Elaboración Propia*

De lo anterior es posible establecer entonces que en el transcurso del día; con sol; la dirección del viento es noroeste; NO; y para el momento en que se oculta el sol; en la noche; la dirección del viento es este sureste; ESE. Hasta este momento, en la opinión del investigador, la observación más importante del estudio.

Respecto de la velocidad del viento para Ciudad Valles, se tiene registrado en el rango de los 2 y 4 metros por segundo en la mayor parte del año, tomando en cuenta los colores más relevantes de las rosas de los vientos.

Los más relevante es la observación de la curva de comportamiento del viento para las distintas horas del día, donde se observa que para la mayor parte de los meses y estaciones el horario con menor velocidad de viento esta entre las 6:00h y 15:00h aproximadamente, en la estación de otoño se observa una variación ligera en la curva donde se identifica que es la temporada donde este lapso se recorre para iniciar desde la madrugada; de las 4:00h hasta las 15:00h.

Las velocidades más fuertes se alcanzan en la noche; entre las 18:00h y 00:00h con un promedio de 3.1 m/s; y en el periodo de la madrugada; entre las 00:00h y 6:00h con un promedio de 1.9 m/s. mientras que para la mañana y la tarde solo se llega a los 0.7 m/s y 1.3 m/s respectivamente, en los horarios de 6:00h hasta las 18:00h; horarios en que las personas y negocios normalmente desarrollan sus actividades diarias, por lo que hay que prestar importancia para dar posibles soluciones.

Como conclusión final, es importante destacar que la dirección del viento juega un papel esencial en el urbanismo bioclimático y la arquitectura; y más en el grado de confort de la persona en espacios abiertos, por lo que es necesario tener en cuenta que la diferencia en la velocidad y dirección del viento se presentará constantemente; así que se recomienda realizar; además de la observación de las normales climatológicas y las de este trabajo, un análisis del comportamiento micro climático del sitio de interés, ya que en principio estos datos pertenecen a una escala climática distinta, por lo que si bien ofrecen un parámetro bastante aceptable, son valores originados por un contexto físico inmediato.

Referencias

ÁLVAREZ, A López, (2004). *Cambio climático y microclimas urbanos en ciudades del centro de cuba. Reflexiones para el planeamiento a través de sig..* Argentina. Vol. 8, N° 1, 2004. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184

CHICAS Molina, Juan Carlos. (2012). *Morfología urbana y Clima urbano, estudio de microclimas urbanos en Santiago de Chile, mediante la aplicación del concepto de cañón urbano e índices de confort térmico.* Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales de la Pontificia Universidad. Santiago de Chile.

COMITÉ DE PLANEACIÓN DEL DESARROLLO MUNICIPAL *Plan de desarrollo municipal 2012 – 2015.* H. Ayuntamiento de Ciudad Valles. México.

CONAGUA (2012). *Servicio Meteorológico Nacional: 135 años de historia en México.* Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. ISBN: 978-607-7908-63-0

DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS DE LA SECRETARÍA DE ECONOMÍA. *Proyecto de norma mexicana PROY-NMX-AA-166/2-SCFI-2015 estaciones meteorológicas, climatológicas e hidrológicas. Parte 2: especificaciones técnicas que deben cumplir el emplazamiento y exposición de los instrumentos de medición de las estaciones meteorológicas automáticas y convencionales.* Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11/05/2015. México.

DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS DE LA SECRETARÍA DE ECONOMÍA. *Norma Mexicana NMX-AA-166/1-SCFI-2013 estaciones meteorológicas, climatológicas e hidrológicas - parte 1: Especificaciones técnicas que deben cumplir los materiales e instrumentos de medición de las estaciones meteorológicas automáticas y convencionales.* Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de julio de 2013. México.

GEIGER, R., Aron, R. H., Todhunter, P. *The Climate Near The Ground*, 5ª edición. Vieweg & Sohn. Weisbaden, 1995.

GIVONI, Baruch (1998). *Climate considerations in building and urban design.* John Wiley & Sons, Inc. United States of America.

ZAPATA-PADILLA, Néstor Juan, PEDRAZA-GÓMEZ, Carlos, BOJÓRQUEZ-VARGAS, Alma Rafaela, HERNÁNDEZ-GONZÁLES, Gisela Beatriz. Ciclos del viento como condicionante de diseño bioclimático y urbano para Ciudad Valles, S.L.P. Revista de Ingeniería Civil. 2019

GOBIERNO DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ. (1999). *Periódico oficial del gobierno del estado libre y soberano de san Luis potosí de 1999*. México.

GOBIERNO DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ. (2012) *Plan estatal de desarrollo urbano de San Luis Potosí 2012-2030*. México.

H. AYUNTAMIENTO DE CIUDAD VALLES. *Plan Municipal de Desarrollo de Ciudad Valles, San Luis Potosí 2004 – 2006*. México.

H. AYUNTAMIENTO DE SAN LUIS POTOSÍ. (2003). *Plan del centro de población estratégico San Luis Potosí soledad de graciano Sánchez*. México.

H. AYUNTAMIENTO DE SAN LUIS POTOSÍ. (2018). *El plan del centro de población estratégico San Luis Potosí soledad de graciano Sánchez*. México.

HIGUERAS, Ester (2013). *Urbanismo Bioclimático*. (1a edición, 5a tirada) ISBN: 9788425220715

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (1988). *Anuario estadístico del estado de San Luis Potosí de 1988. Gobierno del estado de San Luis Potosí. México*. ISBN 968-892-098-3

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos del año 2009 Ciudad Valles, San Luis Potosí, Clave geo estadística 24013*. México.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (2016) *Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2016*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. ISBN 978-607-739-993-3.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (2016). *Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2016*. México.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (2017) *Anuario estadístico y geográfico de San Luis Potosí 2017*. México.

IVANEGA, Miriam. (2009). *Construcciones Urbanas y Medio Ambiente*. <http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/6/2735/7.pdf>

LYNCH, Kevin. (2008). *La imagen de la ciudad*. Gustavo gili. SL, Barcelona, 1984, 1998.

MÉNDEZ, Carlos M. *Análisis Estadístico de la Velocidad y Dirección del Viento en Los Taques-Estado Falcón*. (2009) <http://www.fglongatt.org.ve>

MONROY, Manuel Martín. (2001). *Claves del Urbanismo Bioclimático*. Artículo publicado en revista BASA. ULPGC Basa, ISSN 0213-0653, N°. 24, 2001, págs. 148-159.

OCHOA, José Manuel y MARINCIC, Irene. (2002) *Diseño Microclimático de Espacios Exteriores confortables y energéticamente eficientes*. XXVI Semana Nacional de Energía Solar, Noviembre de 2002, Chetumal, México.

OKE, T.R. (1987). *Boundary layer climates*. (2nd ed.). London: Routledge.

ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL (2015) *Manual del Sistema de Información de la OMM Anexo VII al Reglamento Técnico de la OMM Anexo VII al Reglamento Técnico de la OMM OMM-N° 1060*. Organización Meteorológica Mundial. ISBN 978-92-63-31060-6

SCHILLER, Silvia de. (2001). *Isla de calor, Microclima Urbano y Variables de Diseño, estudios en Buenos Aires y Rio Gallegos*. Argentina. ISSN 0329-5184

SECRETARÍA DE LA ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL (2001) *Directivas de orientación la enseñanza y formación profesional del personal en meteorología e hidrología operativa Volumen I: Meteorología*. OMM-NO. 258, 4ta edición. Organización Meteorológica Mundial. ISBN 92-63-14258-0

TRUJILLO, Carlos y OSPINA, Ricaurte y PARRA, Hernando. (2010). *Arquitectura y Urbanismo Bioclimático: Presente y Futuro para el Hábitat del Hombre Contemporáneo*. Scientia et Technica Año XVII, No 46, diciembre 2010. Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701 revistas.utp.edu.co

VÁZQUEZ, Gloria y RESTREPO, Alirio y NOLASCO, Quevedo y CRESPO, Guillermo y PORTOCARRERO, Adolfo. (2010). *Manual Teórico Práctico del Observador Meteorológico de Superficie. Comisión Nacional del Agua CONAGUA*. www.conagua.gob.mx

ZAPATA, Néstor. (2016). *Diagnóstico del microambiente urbano en la avenida Miguel Hidalgo, en la zona centro de Ciudad Valles, San Luis Potosí, México*. (Tesis de maestría), Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Tampico, Tamaulipas. México.

ZAPATA, Néstor. (2017). *Confort humano en microclimas urbanos (Calle Miguel Hidalgo, Cd. Valles, SLP, MX.)*. TLATEMOANI Revista Académica de Investigación. No. 25, agosto 2017. Eumed.net. España. ISSN: 19899300 revista.tlatemoani@uaslp.mx

Diseño de interfaz gráfica basada en Big Data para cálculo de sistemas de tubería de Clase III

Design of graphical interface based in Big Data for calculus of systems of pipelines Class III

RAZÓN-GONZÁLEZ, Juan Pablo†*, GALLARDO-ALVAREZ, Dennise Ivonne, GARCÍA-GUZMÁN, José Miguel y DURÁN-BELMAN, Israel

Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Carretera Irapuato-Silao km 12.5, Col. El Copal, C. P. 36821, Irapuato, Gto

ID 1^{er} Autor: *Juan Pablo, Razón-González* / ORC ID: 0000-0002-9457-5029, Researcher ID Thomson: S-4919-2018, CVU-CONACYT ID: 216902

ID 1^{er} Coautor: *Dennise Ivonne, Gallardo-Alvarez* / ORC ID: 0000-0002-9197-6425, Researcher ID Thomson: S-4921-2018, CVU CONACYT ID: 264516

ID 2^{do} Coautor: *José Miguel, García-Guzmán* / ORC ID: 0000-0001-6505-135X, Researcher ID Thomson: S-5892-2018, CVU CONACYT ID: 470152

ID 3^{er} Coautor: *Israel Durán-Belman* / ORC ID: 0000-0002-1394-0486, CVU CONACYT ID: 691483

DOI: 10.35429/JCE.2019.8.3.20.27

Recibido 03 de Marzo, 2019; Aceptado 30 Junio, 2019

Resumen

Las necesidades actuales de la industria presentan retos que deben enfrentarse cotidianamente en los diferentes sectores productivos. El uso de las tecnologías de vanguardia y el manejo eficaz de grandes volúmenes de información permiten el desarrollo de nuevas herramientas computacionales que mejoren la precisión y optimicen los tiempos de cálculo en el diseño de tuberías. En este trabajo se presenta la aplicación del Programa de Análisis de Sistemas de Tuberías (PAST), mismo que se desarrolló como una interfaz gráfica en el lenguaje de programación MATLAB®; esta aplicación computacional determina el tamaño de la tubería comercial basado en la diferencia de presión, elevación, temperatura del agua y flujo volumétrico como los parámetros críticos de diseño. El algoritmo de solución emplea técnicas de Big Data para la manipulación precisa de grandes volúmenes de información, obteniendo resultados con exactitud en tiempos reducidos sin comprometer la confiabilidad de los sistemas de tuberías; de esta manera se optimiza el proceso de diseño comparado con los métodos analíticos tradicionales.

Sistemas de tuberías, Big Data, PAST

Abstract

The current requirements of the industry present challenges that must be faced daily in the different productive sectors. The use of the cutting-edge technology and the efficient handling of large volumes of information allow the development of new computational tools that improve accuracy and optimize calculation's times in pipe design. In this work the application is presented of the Piping Systems Analysis Program (PSAP), same that was developed as a graphical interface in the computer language MATLAB®; this computational application determines the size of the commercial pipe based on the pressure difference, elevation, water temperature and volume flow as critical design parameters. The algorithm of solution uses skills of Big Data for the precise handling of large volumes of information, getting accurate results at reduced times without compromising the reliability of pipe systems; this way optimizes the design process compared to traditional analytical methods.

Pipeline, Big Data, PSAP

Citación: RAZÓN-GONZÁLEZ, Juan Pablo, GALLARDO-ALVAREZ, Dennise Ivonne, GARCÍA-GUZMÁN, José Miguel y DURÁN-BELMAN, Israel. Diseño de interfaz gráfica basada en Big Data para cálculo de sistemas de tubería de Clase III. Revista de Ingeniería Civil. 2019. 3-8: 20-27

* Correspondencia del Autor (jurazon@itesi.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En la actualidad existen diversas aplicaciones de los sistemas de tuberías en ámbitos tan diferentes que van desde el sector agroindustrial primario hasta los procesos productivos más avanzados, estos involucran tanto diferentes tipos de fluidos, así como diversos materiales de las tuberías que se definen de acuerdo a los rangos de operación definidos desde el diseño de cada proceso.

Los tiempos en la industria exigen soluciones que presenten la combinación entre precisión, confiabilidad y rapidez para la implementación de nuevos sistemas que solventen las necesidades de diseño e implementación de los nuevos sistemas de tubería en los diferentes sectores.

Dados los tiempos de respuesta requeridos por el sector productivo actual, resulta poco factible el realizar estos cálculos de forma tradicional y normalmente las áreas de diseño y los departamentos de ingeniería optan por aplicaciones computacionales que permitan reducir el tiempo invertido para este fin e incrementar la confiabilidad de los resultados.

Comercialmente existen diversas alternativas que ofrecen soluciones a los requerimientos de los sectores productivos a un costo relativamente elevado. Estos programas de cómputo permiten caracterizar ni parametrizar una aproximación real al comportamiento de los fluidos, a las pérdidas energéticas, a las caídas de presión y a los parámetros de diseño de la tubería comercial adecuada para cada aplicación.

En los últimos 70 años los softwares más comunes para cálculo de tubería son el WaterCAD y el WaterGEMS (Bentley, 2018), también el Epanet (EPA, 2017). Estos programas son los que tienen el mayor reconocimiento, pero presentan diferentes limitaciones: no consideran los efectos de las pérdidas energéticas por los accesorios de la tubería y las válvulas; tampoco involucran la fricción de materiales al considerar las tuberías de un material hidráulicamente liso, alejándose de la caracterización apegada a la realidad del sistema que se pretende diseñar.

A partir de estas limitaciones que presentan los softwares comerciales, se desarrolló una aplicación computacional basada en el lenguaje de Matlab® (CERVANTES & BÁEZ, 2012); misma que se presenta como una interface gráfica capaz de determinar el tamaño de la tubería en función de sus requerimientos de diseño y considerando los efectos del factor de rugosidad de cada material de acuerdo a las ecuaciones de Darcy, Hagen-Poiseuille, Moody (Mataix, 2009) y el nomograma de Hazen-Williams (Mott, 2006) también se incluyen las ecuaciones Chèzy, Manning y Darcy-Weisbach para la evaluación de las pérdidas de carga (Jiménez-Medina, 2015).

Esta interface gráfica permite calcular el tamaño de tubería comercial adecuado para las características de operación de un sistema propuesto. Esta aplicación permite seleccionar el sistema de unidades, los accesorios, el tipo de salida del fluido desde el tanque a la red de tubería, el caudal y la rugosidad de la tubería que está definida para cada material; en los casos de tuberías no listadas en el catálogo se puede ingresar el parámetro de rugosidad de forma manual.

Este trabajo presenta el diseño de una aplicación que emplea técnicas de Big Data para el manejo de grandes conjuntos de datos complejos procedentes de nuevas fuentes. Estos conjuntos de datos son tan voluminosos que un software de procesamiento de datos convencional sencillamente no puede gestionarlos. Sin embargo, estos volúmenes masivos de datos pueden utilizarse para abordar problemas empresariales e ingenieriles que antes no hubiera sido posible solucionar (Oracle, 2013).

Para entender qué significa realmente “Big Data”, resulta útil conocer ciertos antecedentes históricos, como la definición de Gartner que lo describe como “datos que contienen una mayor variedad y que se presentan en volúmenes crecientes y a una velocidad superior”. Esto se conoce como “las tres V”: Volumen, Velocidad y Variedad; parámetros a los que se han agregado otras dos “V”: Valor y Veracidad (Sicular, 2013). El Volumen en big data hace referencia a la cantidad de datos no estructurados de baja densidad que se procesarán. La Velocidad es el ritmo al que se reciben los datos y al que se le aplica alguna acción. La Variedad hace referencia a los diversos tipos de datos disponibles.

Los dos criterios restantes, Valor y Veracidad, agregan un valor intrínseco, sin embargo, no tienen ninguna utilidad hasta que dicho valor se descubre. Resulta igualmente importante determinar la veracidad de los datos y cuánto se puede confiar en ellos (Oracle, 2013).

Materiales y métodos

Para el análisis de sistemas de tuberías de clase III se presentan diferentes esquemas. El más común se define a través de un par de puntos A y B que representan la entrada y salida del sistema. El primer caso es cuando no hay cambios en la elevación, como se muestra en la figura 1. Esto en la aplicación se ingresa como 0 en los puntos 1 y 2.

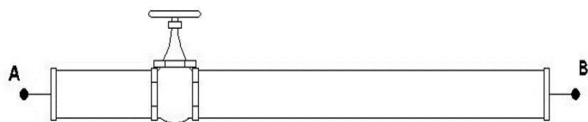


Figura 2 Sistema sin cambio de elevación

Fuente: Elaboración Propia

Por otra parte, se tiene el caso donde no hay cambios en la presión ya que los dos tanques se encuentran abiertos a la atmósfera y se consideran con una presión manométrica de 0, como se presenta en la figura 2.

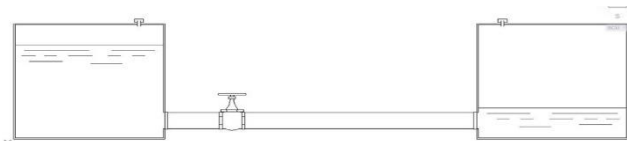


Figura 2 Sistema sin cambios de presión

Fuente: Elaboración Propia

En otro caso se puede plantear la caída máxima de presión y expresarlo como una diferencia de presiones entre los puntos 1 y 2; esto para que se cumpla con una diferencia de presión en caso de ser requerido. La aplicación permite elegir el sistema de unidades deseado para calcular la tubería de acuerdo a los parámetros de diseño. Al seleccionar el sistema de unidades todos los valores de las tablas se ajustarán a las unidades correspondientes previo a iniciar la simulación. La primera ventana del menú contextual para la elección del sistema de unidades se presenta en la figura 3.

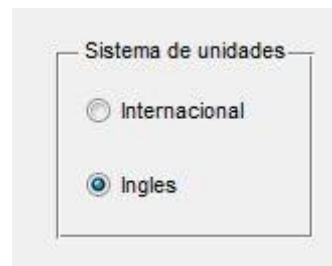


Figura 3 Sistemas de unidades

Fuente: Elaboración Propia

La aplicación requiere parámetros que deben ser ingresados para que el algoritmo de solución permita entregar resultados, estos datos de entrada son la longitud de la tubería, diferencia de presión, cambio en las elevaciones y temperatura. De acuerdo al sistema de unidades que se elija, la aplicación le indica al usuario las unidades que debe ingresar para mantener la congruencia durante el proceso de cálculo, tal como se muestra en la figura 4.

Longitud:	<input type="text"/>	pies	Longitud:	<input type="text"/>	metros
Presión 1:	<input type="text"/>	psi	Presión 1:	<input type="text"/>	kpa
Presión 2:	<input type="text"/>	psi	Presión 2:	<input type="text"/>	kpa
Altura 1:	<input type="text"/>	pies	Altura 1:	<input type="text"/>	metros
Altura 2:	<input type="text"/>	pies	Altura 2:	<input type="text"/>	metros
Temperatura:	<input type="text"/>	°F	Temperatura:	<input type="text"/>	°C

Figura 4 Sistema inglés y sistema internacional de unidades

Fuente: Elaboración Propia

Para la selección del material se cuenta con un catálogo de tuberías comerciales entre los que se pueden elegir los más comunes en el mercado actual: vidrio (Vidrasa, 2017), plástico (Charter-plastics, 2018; PPI, 2018), cobre (Copper-Alliance, 2018; Nacobre, 2016; Herco, 2018), hierro (Dupra, 2015), acero (TubeNet, 2018), entre otros; esto se desplegará a través de un menú; tal como se presenta en la figura 5.

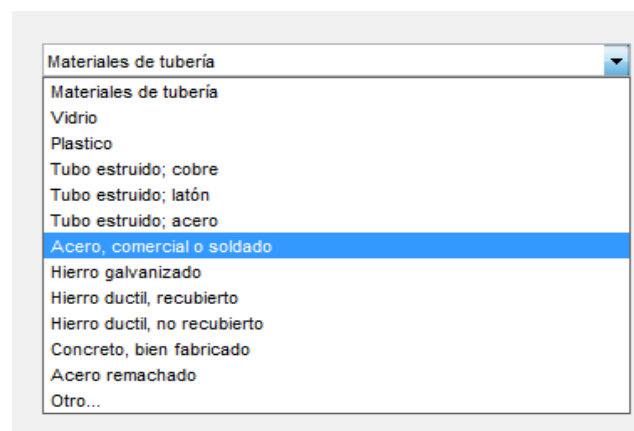


Figura 5 Lista de materiales de tubería disponibles en la aplicación

Fuente: Elaboración Propia

Para el caso del acero comercial o soldado, al elegir esta opción se desplegará una ventana que ofrece entre dos opciones: cédula 40 y cédula 80, como se puede ver en la figura 6.

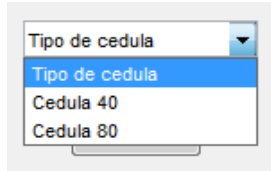


Figura 6 Ventana emergente para seleccionar el tipo de cédula

Fuente: *Elaboración Propia*

Accesorios

Este programa cuenta con una serie de accesorios como son los codos y las válvulas, esto con el fin de aproximar a condiciones reales el análisis del sistema hidráulico, incrementando así la precisión. En el menú de la aplicación se presenta un botón deshabilitado para los accesorios, este se activa a través de un “radio button”, ya que son diferentes métodos de solución al considerar un análisis con o sin accesorios, de esta manera se indica al algoritmo el método de solución que será empleado; tal como se muestra en la figura 7.



Figura 7 Radio button para selección de método de solución con o sin accesorios

Fuente: *Elaboración Propia*

Cabe mencionar que en esta versión están disponibles únicamente los accesorios para tubería de acero comercial o soldado, esto se ilustra en la figura 8.

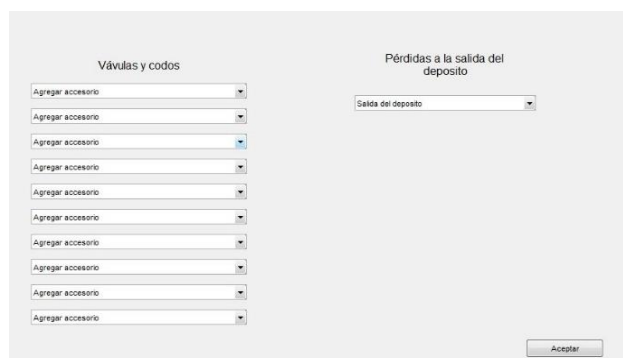


Figura 8 Ventana de accesorios

Fuente: *Elaboración Propia*

Esta ventana permite elegir entre 10 tipos de accesorios, entre ellos: válvulas de globo, de ángulo, de compuerta, de verificación tipo bola y giratorio, de mariposa, válvula de pie tipo vástago y bisagra, codos roscados y estándar a 45° y 90°, vueltas cerradas en retorno y Te estándar tanto en flujo directo como con flujo en el ramal.

Comparativa entre método analítico tradicional y solución con PAST (con accesorios)

Para calcular el tamaño de la tubería nueva y limpia de cédula 40 que conducirá 0.50 pies³/seg de agua a 60°F, incluye una válvula de mariposa abierta por completo y dos codos de radio largo; restrinja la caída de presión a 2.00psi en una longitud de 100 pies de tubería horizontal. Considerando que para el análisis de sistemas de tubería de clase III con accesorios se toma como base el diámetro nominal del análisis de sistemas de tuberías de clase III sin accesorios (Mott, Mecánica de fluidos 6ª edición, 2006; Mataix, Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas, 2009; Streeter, 1999). En primer lugar, se calcula la pérdida de energía limitante, observando que la diferencia de elevación es igual a cero y el cambio de velocidades es tan pequeño que se considera despreciable. Partiendo de estas simplificaciones teóricas se tiene lo siguiente:

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{v_1^2}{2g} - h_L = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \tag{1}$$

$$h_L = \frac{P_1 - P_2}{\gamma} \tag{2}$$

$$h_L = \frac{2 \text{ lib/pulg}^2}{62.4 \text{ lib/pie}^3} \left[\frac{12 \text{ pulg}}{1 \text{ pie}} \right]^2 \tag{3}$$

$$h_L = 4.62 \text{ pies}$$

La rugosidad relativa del material, viscosidad cinemática y peso específico del agua a 60°F se puede consultar en el apéndice A del libro Mecánica de Fluidos (Mott, Mecánica de fluidos 6ª edición, 2006). Enseguida se introduce el valor de hL en la expresión del diámetro para encontrar el valor del diámetro calculado

$$D = (0.66) \left[\epsilon^{1.25} \left[\frac{LQ^2}{gh_L} \right]^{4.75} + vQ^{9.4} \left[\frac{L}{gh_L} \right]^{5.2} \right]^{0.04}$$

$$D = (0.66) \left[(1.5 \times 10^{-4})^{1.25} \left[\frac{(100)(0.5)^2}{(32.2)(4.62)} \right]^{4.75} + (1.21 \times 10^{-5})(0.5)^{9.4} \left[\frac{100}{(32.2)(4.62)} \right]^{5.2} \right]^{0.04}$$

$$D = 0.3089 \text{ pies}$$

Se puede verificar en las tablas de acero comercial o soldado para tuberías de acero cédula 40, apéndice F del libro Mecánica de fluidos (Mott, Mecánica de fluidos 6ª edición, 2006). El diámetro que se estará utilizando será el diámetro calculado sin accesorios de $D = 0.3355$ pies. Para simular una caída de presión deseada de 2.0 psi. Después se examinará el valor resultante de la presión en el punto 2 para ver si es mayor o igual a 0 psi, como se muestra en la ecuación (5)

$$P_2 = P_1 + \Delta P \quad (5)$$

$$P_2 = 0 \text{ PSI}$$

Para determinar el área se emplea la ecuación (6), para el caudal la ecuación (7) y para la velocidad la ecuación (8)

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad (6)$$

$$A = \frac{\pi (0.335 \text{ pies})^2}{4} = 0.0884$$

$$Q = Av \quad (7)$$

$$v = \frac{Q}{A} \quad (8)$$

$$v = \frac{0.5 \text{ pies}^3/\text{seg}}{0.0884 \text{ pies}^2} = 5.55 \text{ pies}/\text{seg}$$

Después se determina el Número de Reynolds y la Rugosidad Relativa usando las ecuaciones (9) y (10)

$$N_R = \frac{vD}{\nu} \quad (9)$$

$$N_R = \frac{(5.55 \text{ pies}/\text{seg})(0.3355 \text{ pies})}{1.21 \times 10^{-5} \text{ pies}^2/\text{seg}} = 153886.3636$$

$$\text{Rugosidad Relativa} = \frac{\varepsilon}{D} \quad (10)$$

$$\text{Rugosidad Relativa} = \frac{1.50 \times 10^{-4} \text{ pies}}{0.3355 \text{ pies}} = 0.000447093$$

Después se determina el factor de fricción a través de la ecuación (11)

$$f = \frac{0.25}{\left[\log_{10} \left(\frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{N_R^{0.9}} \right) \right]^2} \quad (11)$$

$$f = \frac{0.25}{\left[\log_{10} \left(\frac{1.5 \times 10^{-4} \text{ pies}}{3.7 \cdot 0.3355 \text{ pies}} + \frac{5.74}{(153886.3636)^{0.9}} \right) \right]^2} = 0.0191$$

Determinando las pérdidas de energía a través de la ecuación (12)

$$h_L = h_{LTUBERÍA} + 2h_{LCODOS} + h_{LVÁLVULA \text{ MARIPOSA}} \quad (12)$$

$$h_L = f_{TUB} \left(\frac{L_{TUB}}{D} \right) \left(\frac{v^2}{2g} \right) + 2f_{COD} \left(\frac{L_e}{D} \right) \left(\frac{v^2}{2g} \right) + f_{VAL} \left(\frac{L_e}{D} \right) \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

Tomando los valores correspondientes y resolviendo se obtiene la pérdida energética

$$h_L = 3.4994 \text{ pies}$$

Despejando la presión para el punto 2 de la ecuación general de la energía con el valor de las pérdidas de energía calculadas previamente, esto de acuerdo a lo mostrado en la ecuación (13)

$$p_{2real} = p_1 - \gamma \left(z_1 - z_2 + \frac{(v_1)^2 - (v_2)^2}{2g} - h_L \right) \quad (13)$$

Evaluando la expresión con los datos obtenidos de los apéndices del libro de Mecánica de fluidos (Mott, Mecánica de fluidos 6ª edición, 2006) se obtiene:

$$p_{2real} = 0.48359 \text{ psi}$$

Se acostumbra usar etapas que se pueden identificar con letras como en el ejemplo:

Este resultado muestra que la presión en el punto 2, en el extremo del sistema es de 0.4835 psi. Siendo el diseño satisfactorio. Las pérdidas provocadas por los codos y válvulas son en verdad pérdidas menores. La dimensión nominal de tubería comercial que cubre estas especificaciones corresponde a la tubería de acero de 4 pulgadas cédula 40, con diámetro interno de $D = 0.3355$ pies. Si se realiza el cálculo usando el software PAST, una vez que se elige el sistema de unidades se debe introducir cada parámetro en el campo correspondiente. Se ingresa la diferencia de presiones, el cambio en la elevación y la temperatura del fluido, como se ilustra en la figura 9.

Longitud:	<input type="text" value="100"/>	pies
Presion 1:	<input type="text" value="2"/>	Psi
Presion 2:	<input type="text" value="0"/>	Psi
Altura 1:	<input type="text" value="0"/>	pies
Altura 2:	<input type="text" value="0"/>	pies
Temperatura :	<input type="text" value="60"/>	°F

Figura 9 Parámetros de diseño para la tubería
Fuente: *Elaboración Propia*

Una vez que se elige el material de la tubería, el tipo de cédula y se habilitan los accesorios; aparecerá la ventana que permite seleccionar los accesorios que se indican para cada caso, así como el tipo de salida del depósito a la tubería para incluir el efecto de esa pérdida energética, esta ventana se muestra en la figura 10

Figura 10 Ventana de accesorios
Fuente: *Elaboración Propia*

Una vez que todos los parámetros se han ingresado, se seleccionaron los accesorios y el tipo de salida del depósito. En la figura 11 se presenta el botón de calcular y el resultado obtenido.

Figura 11 Botón de calcular y tubería resultante
Fuente: *Elaboración Propia*

Se puede observar que el resultado en esencia es el mismo, pero obtenido mediante técnicas de manipulación de grandes volúmenes de datos de forma rápida y confiable como lo indica el Big Data.

Resultados

Para evaluar la funcionalidad de la aplicación PAST (Programa de Análisis de Sistemas de Tubería, nombre asignado a la aplicación), se consideraron diferentes ejercicios tomados del libro Mecánica de Fluidos sexta edición de Robert L. Mott, del capítulo 11 Sistemas de tuberías en serie para los sistemas de clase III; estos ejercicios fueron resueltos por alumnos de la carrera de Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, estos estudiantes estaban cursando o habían aprobado la materia de Mecánica de fluidos. Con esta prueba se obtuvo el tiempo que demoraban en resolver los problemas, después se resolvieron los ejercicios usando la aplicación. Los resultados obtenidos en esta etapa se pueden apreciar en la figura 12.

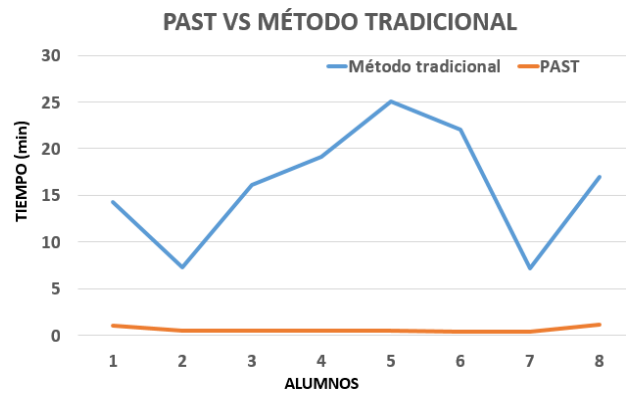


Figura 12 Programa de Análisis de Sistemas de Tuberías de Clase III contra el método analítico tradicional
Fuente: *Elaboración Propia*

Después de obtener los tiempos de solución entre los métodos usados, se determinaron los promedios que se muestran en la tabla 1.

Método empleado	Promedio (min)
Metodo tradicional	16:14
Programa computacional	00:49

Tabla 5 Promedios de tiempos de solución
Fuente: *Elaboración Propia*

Como se puede observar, el tiempo de solución se reduce considerablemente para los sistemas de tuberías de clase III, usando el programa computacional PAST, cabe aclarar que los problemas que se tomaron como referencia fueron los primeros del capítulo antes mencionado.

Si se hubieran propuesto problemas con accesorios el tiempo requerido para el cálculo habría incrementado drásticamente debido al análisis complejo que se requiere para su solución. El algoritmo de solución del programa PAST es flexible y reconfigurable, permitiendo de esta manera soluciones obtenidas de grandes volúmenes de datos a través del empleo de técnicas de Big Data; esto sin comprometer la confiabilidad de los resultados entre un enorme volumen de datos variables que se seleccionan con velocidad, pero manteniendo la veracidad y el valor de los mismos.

El programa PAST ofrece la posibilidad de seleccionar entre un catálogo para materiales de tubería, incluir entre diferentes accesorios, advertencias cuando se presentan inconsistencias o campos vacíos; además de ser intuitivo y preciso. Una de las grandes ventajas es que el software obtiene prácticamente cualquier propiedad del agua a cualquier temperatura, además de incluir las tablas de los diferentes materiales para tuberías disponibles comercialmente. Para esta versión se considera únicamente el agua como el fluido de trabajo, en versiones posteriores se incluirán diferentes fluidos. Para esta aplicación se incluye un número de accesorios restringido. Otra desventaja es la compatibilidad con el sistema operativo ya sea de 32 o 64 bits.

Conclusiones

El programa PAST, desarrollado como una interfaz gráfica en el lenguaje de programación de Matlab®, ha demostrado ser una herramienta confiable y precisa que emplea técnicas de Big Data para la manipulación de grandes volúmenes de información con rapidez y confiabilidad. Ingresando los parámetros correctos durante la caracterización del sistema de tuberías de clase III, el programa determina el tamaño de tubería comercial requerido para las condiciones de operación además de reducir los tiempos de cálculo sin comprometer la confiabilidad del sistema. El PAST se concibe como una alternativa a los programas comerciales para el cálculo de sistemas residenciales, sistemas de riego, aplicaciones académicas e industriales; además de que el costo de la licencia de Matlab® es más bajo que el de aplicaciones comunes.

Observaciones

Para el caso de materiales de tubería no listados entre los disponibles del catálogo de la aplicación se cuenta con la opción de “otros” en los materiales de las tuberías; esto permite ingresar el valor de la rugosidad a través de una ventana como la que se muestra en la figura 13

Figura 13 Ventana emergente para ingresar la rugosidad de otros materiales

Fuente: Elaboración Propia

Recomendaciones

El algoritmo diseñado para esta aplicación es flexible y fácilmente reconfigurable para usar las técnicas del Big Data y se puede emplear para solucionar problemas de diferentes campos ingenieriles tan diversos como sistemas hidráulicos, refrigeración, lubricación, selección de conductores eléctricos y en esencia cualquier problema que involucre la obtención de datos de tablas y catálogos.

Referencias

- [1]. Cervantes, O., & Báez, D. (2012). MATLAB con aplicaciones a la ingeniería, Física y Finanzas. CDMX, México: Alfaomega.
- [2]. M Jiménez-Medina, O. (2015). Fórmulas generales para los coeficientes de Chèzy y de Manning. Tecnología y ciencias del agua (ScieELO), 33-38.
- [3]. Mataix, C. (2009). Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas. Alfaomega.
- [4]. Mott, R. L. (2006). Mecánica de fluidos 6ª edición. México: Prentice-Hall.
- [5]. Streeter, V. (1999). Mecánica de fluidos. México: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA.

- [6]. Bentley. (2018). WATERCAD. Obtenido de <https://www.bentley.com/es/products/product-line/hydraulics-and-hydrology-software/watercad>
- [7]. Charter-plastics. (2018). charter plastic. Obtenido de <http://www.charterplastics.com/>
- [8]. Copper-Alliance. (2018). Copper Development Alliance. Obtenido de <https://www.copper.org/>
- [9]. Dupra. (2015). Ductile Iron Pipe Research Association. Obtenido de <http://www.dipra.org/>
- [10]. Epanet. (17 de enero de 2017). Obtenido de <https://www.epa.gov/water-research/epanet>
- [11]. Herco, R. (2018). Ryan Herco Flow Solutions. Obtenido de <https://www.rhfs.com/>
- [12]. Nacobre. (2016). nacobre. Obtenido de http://www.nacobre.com.mx/download/ayudas/nuevos/catalogo_nacobre_2016-2017.pdf
- [13]. Oracle. (2013). Oracle. Obtenido de <https://www.oracle.com/mx/big-data/guide/what-is-big-data.html>
- [14]. PPI. (2018). Plastic Pipe Institute. Obtenido de <https://www.plasticpipe.org/>
- [15]. Sicular, S. (27 de marzo de 2013). Forbes. Obtenido de <https://www.forbes.com/sites/gartnergroup/2013/03/27/gartners-big-data-definition-consists-of-three-parts-not-to-be-confused-with-three-vs/#5f2ad27542f6>
- [16]. TubeNet. (2018). Tubenet. Obtenido de <http://www.tubenet.org.uk/tubes.shtml>
- [17]. Vidrasa. (2017). VIDRASA. Obtenido de <http://www.vidrasa.com/esp/productos/duratan/duratan.html>

Optimización del proceso de recuperación de minerales valiosos mediante la implementación del sistema de flotación

Optimization of the recovery process of valuable minerals through the implementation of the flotation system

ACEVEDO-FIGUEROA, Agustín†*, JUÁREZ-HERRERA, Francisco, CASTREJÓN-PEREZ, Sofía y FLORES-CABRERA, Julio Cesar

Tecnológico Nacional de México – Instituto Tecnológico de Iguala

ID 1^{er} Autor: *Agustín, Acevedo Figueroa* / ORC ID: 0000-0003-1008-8395, CVU CONACYT ID: 508650

ID 1^{er} Coautor: *Francisco, Juarez Herrera* / ORC ID: 0000-0002- 4167- 9406, CVU CONACYT ID: 551022

ID 2^{do} Coautor: *Sofía, Castrejón Perez* / ORC ID: 0000-0002-6609-8480, CVU CONACYT ID: 550877

ID 3^{er} Coautor: *Julio Cesar, Flores Cabrera* / ORC ID: 0000-0002-4344-9866, CVU CONACYT ID: 984138

DOI: 10.35429/JCE.2019.8.3.28.35

Recibido 03 de Marzo, 2019; Aceptado 30 Junio, 2019

Resumen

Se desea la optimización del proceso de flotación de minerales con contenido metálico valioso (oro y plata). El proyecto se dividió en: diseño y preparación de materiales y equipos, reducción de tamaños, fundición, copelación, apartado y flotación. Se practicaron dos procesos para determinar cuál es el más óptimo en la obtención de metales valiosos de las muestras de minerales. Los procesos utilizados fueron: dilución de valores y flotación; siendo el último el más eficaz, cumpliendo así el objetivo del proyecto de Optimizar el proceso en la obtención de minerales valiosos, como resultado de la implementación de este método, se flotó 1 kilo de mineral (andesita) del cual se obtuvieron 117 gr de concentrado de mineral, se fundieron 30gr de concentrado y se obtuvo 0.3061 gr de plata. Por el principio de electronegatividad se trató una muestra de mineral siendo este muy efectivo para la recuperación de valores. Este proyecto surgió de la necesidad que tienen algunas personas del estado de Guerrero en explotar minerales valiosos para suplir sus necesidades básicas, el 60 % del territorio de México tienen dueño, por tal motivo los microempresarios buscan asesoramiento para extraer mineral y de esta forma ayudar con la explotación de sus terrenos.

Optimización, Flotación, Recuperación de minerales

Abstract

The principal objective is the Optimization of the flotation process of minerals with valuable metallic content (gold and silver). The project was divided into: design and preparation of materials and equipment, size reduction, smelting, copellation, separation and flotation. Two Processes were practiced to determine which is the most optimal in obtaining valuable metals from mineral samples. The processes used were: dilution of values and flotation; the last one was the most effective, thus fulfilling the project objective of Optimizing the process in obtaining valuable minerals, as a result of the implementation of this method, 1 kilo of ore (andesite) was floated from which 117 g of ore concentrate were obtained, 30 g of concentrate were melted and 0.3061 g of silver was obtained. By the principle of electronegativity a sample of mineral was treated being this very effective for the recovery of values. This project arose from the need that some people in the state of Guerrero in exploiting valuable minerals to meet their basic needs, 60% of the territory of Mexico have owner, for that reason the microentrepreneurs seek advice to extract mineral and we help with the exploitation of their land.

Optimization, Flotation, Mineral recovery

Citación: ACEVEDO-FIGUEROA, Agustín, JUÁREZ-HERRERA, Francisco, CASTREJÓN-PEREZ, Sofía y FLORES-CABRERA, Julio Cesar. Optimización del proceso de recuperación de minerales valiosos mediante la implementación del sistema de flotación. Revista de Ingeniería Civil. 2019. 3-8: 17-27

* Correspondencia del Autor (correo electrónico: agustin.acevedo@itiguale.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Actualmente se pretende implementar y optimizar la realización de análisis metalúrgicos de minerales con contenido de oro y plata, debido a que, en la región norte del Estado de Guerrero, se encuentra una zona de minerales metálicos con contenido de oro y plata, así como de minerales como Zinc, Plomo y otros. En el Tecnológico Nacional de México/Instituto tecnológico de Iguala, se cuenta con algunas investigaciones previas que permiten servir de marco teórico para llevar a cabo análisis metalúrgicos, por el proceso de copelación. En ese sentido, se ha empezado a implementar una pequeña infraestructura que nos permite realizar este tipo de investigación con la finalidad de poder consolidar la infraestructura y el equipamiento necesario para su implementación.

Se han venido realizando algunas pruebas a minerales que son proporcionados por ejidatarios y gente que se dedica a la búsqueda y recolección de minerales de la región (pequeños mineros), con la intención de que se les auxilie con asesorías con relación al contenido mineralógico de sus muestras de mineral para posteriormente ver si es factible su explotación e implementación de un sistema de beneficio y recuperación de minerales valiosos que pueda servir como detonante para la creación de microempresas.

Fundamento Teórico

Las técnicas principales a utilizar son la reducción de tamaños, ensaye por fusión, copelación y apartado.

Preparación de muestras

El principio fundamental del muestreo consiste en aplicar una serie sucesiva de trituraciones, mezclas y cortes. Las muestras, generalmente con peso de 1 a 2 Kg. se trituran en tamaños de 3, 2 mm. Se mezclan hasta completa homogenización y se reducen a 200 gr. en Partidor Joner o riffle. Si la muestra está húmeda se seca a una temperatura no mayor de 100 °C. Para evitar el desprendimiento de constituyentes volátiles que no sean el agua de humedad, y una vez seca se muele en pulverizador o metate l a menos 100 mallas.

En general esta molienda es suficiente para ensaye y análisis, salvo tratándose de minerales difíciles de tratar o fundir, como los de estaño, tungsteno etc. en los que la molienda debe llevarse a menos de 200 mallas.

La molienda en el metate o plancha de fierro, se hace cuando hay gran cantidad de metálicos, como oro o cobre nativos que se laminan, o cuando la muestra se altera con el calor producido por el pulverizador como sucede con los minerales de mercurio, selenio, azufre nativo, etc. En muestras con peso superior a 50 Kg, el muestreo se hace aplicando la serie de trituraciones, mezclas y cuarteos, hasta llegar a una cantidad y tamaño adecuados para manejarse en el Partidor Joner o rifle.

Lotes con peso de varias toneladas se muestrean al patio, separando para la muestra una palada de cada 5, 10, o 20, es decir, al quinto, décimo o vigésimo; después se prosigue la serie de operaciones cortando por cuarteo y finalmente con el Partidor Jones como se ha indicado, en nuestro caso es proporcional la muestra.

Ensaye de oro y plata

Está basado en la propiedad que tiene el plomo al estado de fusión para servir como colector del oro y la plata y en la escorificación de los demás constituyentes del mineral. En la forma de una escoria vítrea de bajo peso específico. El plomo puede obtenerse por la adición de plomo metálico (ensaye por escorificación). El plomo que ha colectado el oro y la plata se oxida en la copelación, para obtener en la copela, un botón de oro y plata que en su caso llevaría también el platino, iridio, osmio y paladio que tuviera la muestra. El oro se aparta de la plata por disolución de esta, en ácido nítrico diluido

Reactivos comúnmente usados		
Sílice	SiO ₂	Flujo ácido
Vidrio	Flujo ácido
Bórax Glass	Na ₂ B ₄ O ₇	Flujo ácido
Ceniza de soda	Na ₂ CO ₃	Flujo básico y desulfurante
Litargirio	PbO	Flujo básico y desulfurante oxidante
Nitrato de potasio	KNO ₃	Oxidante y desulfurante
Harina	Reductor
Plomo	Pb	Collector
Fierro	Fe	Desulfurante y reductor

Tabla 1 Reactivos comúnmente usados

¹ También puede ser con mortero de porcelana

Ensaye por fusión

Por naturaleza los minerales son infusibles por sí mismos, necesiéndose la adición de reactivos o fundentes para hacer una mezcla fácilmente fusible a la temperatura del horno (900 a 950 °C). Sin embargo, los reactivos varían de acuerdo con la composición de la muestra, básicos para minerales ácidos, ósea, los que tienen matriz silicosa y ácidos para los que tienen matriz básica compuesta por óxidos de hierro, manganeso, calcio, plomo, zinc, cobre, etc.

El reductor para obtener el plomo colector del litargirio, se puede obtener del mismo mineral o adicionarlo como reactivo lo que da lugar a clasificar los minerales en:

Tipo 1. Minerales reductores que contienen sulfuros, arseniuros, antimonuros, telurios, materia carbonosa, etc. Que reducen parcialmente al litargirio durante la fusión en el crisol.

Tipo 2. Minerales oxidantes que contienen óxido férrico, bióxido de manganeso, etc. Que oxidan al plomo y a los reductores.

Tipo 3. Minerales neutros que contienen sílice, óxidos y carbonatos.

Los minerales del tipo 1 se funden con reactivos oxidantes o desulfurantes y los de los tipos 2 y 3 con reductores.

De la fusión de crisoles se obtienen:

- Botón de plomo cuyo peso debe ser de 20 a 25 g y
- Escoria que no debe atacar al crisol, ser fluida y cuando esté fría ser homogénea y separarse fácilmente del botón de plomo, sin contener glóbulos metálicos.

Para hacer la fusión, se pone en el crisol la mezcla de fundentes y sobre ella la muestra cuidadosamente pesada, se mezclan perfectamente y se cubren con bórax o una mezcla de ceniza de sosa y bórax, teniendo cuidado de que el crisol solo quede lleno hasta 2/3 de su altura. Se introducen los crisoles a la mufla procurando que el calentamiento no sea muy rápido y cuando ha cesado el ruido característico (de ebullición) se dejan los crisoles a fusión tranquila de 10 a 15 minutos.

Se saca el crisol de la mufla, se mueve y golpea ligeramente para asentar el plomo fundido y se vacía poco a poco en una payonera caliente, se deja enfriar, se separa la escoria del plomo y se martillea este, para formar un cubo. En la práctica seguida por varios años², se ha encontrado conveniente preparar una mezcla básica de fundentes, que se utiliza para el ensaye por fusión de la mayor parte de los minerales y que se prepara como sigue:

Litargirio	5 partes	60.61
Ceniza de sosa	2 partes	24.24
Bórax Glass	1 parte	12.12
Harina	0.25 partes	3.03

Tabla 2 Preparación de reactivos

Para pesadas de muestras de 5 a 10 mg, se usan 60 mg, de la mezcla anterior. Para minerales de los tipos 2 y 3 (oxidantes y neutros) se emplea la mezcla básica, que en los 60 mg empleados tiene 1.8 mg de harina, cuyo poder reductor produce un botón de plomo de poco más de 20 mg.

Para los minerales de tipo 1 (sulfuros) que actúan como reductores se separa la misma mezcla básica sin harina, ya que para obtener un botón de plomo con el peso indicado, debe disminuirse el reductor, eliminarse o mezclarse en lugar de harina, nitrato de potasio (1 a 5 mg), que al actuar como oxidante reduce la acción reductora de los sulfuros. Pueden también introducirse a la carga del crisol unos dos clavos de hierro de los llamados recortados, ya que el hierro se combina con el azufre y también disminuye el poder reductor del mineral.

La mezcla básica puede usarse también para minerales sulfurosos, si se adiciona suficiente nitrato de potasio para contrarrestar el poder reductor de la harina que contiene y el propio del mineral.

Ensaye por escorificación

Este método se emplea para minerales con altos contenidos de sulfuros, arseniuros de metales básicos difíciles oxidar, principalmente los de cobre, níquel y cobalto y para productos metalúrgicos como cobres impuros, plomo de obra, matas de cobre y speiss.

² De acuerdo con datos de la bibliografía consultada de fomento minero.

Consiste en una fusión oxidante del mineral, usando como reactivos plomo ranurado, Bórax-Glass y ocasionalmente sílice en polvo que ayuda a la escorificación de los óxidos de los metales básicos. Las cantidades de plomo granulado y de Bórax-Glass que se usen, depende de la cantidad de metales básicos presentes, sin embargo para cargas de 2.5 gr. de muestra, deben emplearse en general 40 gr de plomo granulado y unos 2 gr de bórax-Glass.

De la escorificación se obtiene:

- Un botón de plomo cuyo peso debe ser de 20 a 25 grs y
- Una escoria que debe ser homogénea y vítrea y que consiste en óxidos metálicos disueltos en un exceso de litargirio, con pequeñas cantidades de silicatos y boratos también disueltos.

La carga se prepara mezclando en el escorificador 2.5 gr de la muestra cuidadosamente pesada con 20 gr de plomo granulado. La mezcla se cubre con otros 20 gr de plomo granulado y este a su vez con una capa de Bórax-Glass.

La mufla se calienta a unos 850 o 900 °C y se producen los escorificadores preparados, procurando que queden en el centro de ella, se cierra la puerta y se deja que el plomo llegue totalmente al estado de fusión.

Se abre la puerta de la mufla para admitir aire que oxide al mineral y parcialmente al plomo. Si el mineral contiene sulfuros se ven flotando sobre el plomo fundido, pero su azufre se quema y los metales básicos se oxidan y escorifican. El oro y la plata sin oxidar son colectados por el plomo fundido. Los sulfuros que flotan desaparecen poco a poco hasta que se descubre totalmente la superficie del plomo que se ve perfectamente tersa. A partir de este momento empieza la escorificación que se determina cuando se inicia la formación de un anillo de escoria pegado a las paredes del escorificador.

Este anillo se va cerrando a medida que avanza la oxidación del plomo, hasta cubrir completamente la superficie metálica y la escorificación ha terminado. Se vuelve a cerrar la puerta de la mufla y se eleva la temperatura durante unos 5 minutos, para asegurar una escoria fluida y un vacío limpio.

Se sacan los escorificadores y se vacían en la payonera caliente, se deja enfriar y se tratan los botones de plomo de igual manera que en el ensaye por fusión.

Copelación

Tiene por objeto separar el oro de la plata del plomo que los colecto en fusión o escorificación y consiste en una fusión oxidante en un vaso poroso (copela), transformando el plomo metálico en óxido, que en su mayor parte es absorbido por el mismo vaso y en menor cantidad se volatiliza, quedando un botón de oro y plata cuando la oxidación ha terminado.

Las copelas se hacen con ceniza de hueso molido a menos de 80 mayas o con cemento portland, estas últimas más económicas se hacen humedeciendo el cemento hasta que la pasta tenga consistencia de muñeca o sea que apretada en la mano es suave, pero se queda marcado en los dedos. Con esta pasta se hacen las copelas en moldes de mano o de pie sin que los golpes sean fuertes, con el objeto de que la copela no quede muy compacta.

Para copelar se introducen las copelas a la mufla y se cierra la puerta hasta que estén bien calientes. Se abre la puerta y con tenazas se colocan sobre ellas los cubos de plomo y se cierra nuevamente la puerta. Los botones de plomo se funden y cubren con una espuma oscura que desaparece en unos dos minutos si la copela está muy caliente y el plomo se hace brillante, lo que indica que se han descubierto las copelas o que el plomo empieza a oxidarse.

Se vuelve a abrir la puerta para dar entrada al aire, la superficie del plomo se hace convexa y pasan de abajo pajitas de litargirio que indican que el botón se está moviendo, llamándose así por la apariencia que dan la pajitas de litargirio. La temperatura de copelación es fundamental, pues si es alta hay pérdidas por volatilización y si es baja no se volatiliza todo el plomo y una pequeña parte de él queda con el botón de oro y plata. Los humos del plomo oxidado dan buena indicación de la temperatura de copelación, pues si ascienden rápidamente la temperatura es elevada y si por el contrario desciende, la temperatura es baja.

La temperatura adecuada (aproximadamente 850 °C) hace que los humos se desprendan lentamente y cristalicen en los bordes de la copela, dando un anillo de plumitas de litargirio alrededor del botón de oro y plata que queda al final de copelación.

Hacia el final del proceso se cierra la puerta de la mufla para elevar la temperatura a unos 900 °C y expulsar los demás restos de plomo, se mueven lentamente las copelas a la puerta de la mufla para que el enfriamiento sea lento y al solidificarse, el botón de oro y plata se produce al relámpago. Después de esto se sacan las copelas y se dejan enfriar con precaución cuando los botones son grandes se tiene cuidado de sacarlas muy lentamente o tapar las copelas con otras muy calientes para evitar el galleo o chisporroteo, que trae fuertes pérdidas. Los botones se despegan de las copelas con pinzas para botones y se limpian con un cepillo de cerda dura, antes de pesarlos.

Apartado

Para el apartado del oro y plata de los botones se usan crisoles de porcelana del número 0 que se llenan hasta las tres cuartas partes de su altura con ácido nítrico Q.P. diluido con agua destilada exenta de cloruros, en la proporción 7:1 (7 de agua a 1 de ácido concentrado) y se calienta bien, pero sin llegar a la ebullición. Los botones de oro y plata previamente pesados se colocan en los crisoles y se calientan hasta que cesa la disolución de la plata, con la precaución de que al final del ataque se decanta la solución y se adiciona ácido nítrico diluido 3:1 y se sigue calentando durante 15 minutos con el objeto de asegurarse de la disolución total de la plata, esto se hace especialmente cuando los contenidos de oro son altos.

Se decanta la solución del oro, se lava tres veces con agua destilada bien caliente, se vuelven a calentar los crisoles para secar y se calcina el oro dejándolo enfriar para pesarlo. El peso del oro restado de peso original del botón dará el de la plata. Los botones antes de ponerlos en los crisoles se martillean o laminan, si son muy grandes. Cuando el contenido de plata en el botón que queda en la copela, es 3 veces o menor que el del oro, el ácido nítrico no disuelve la plata y en ese caso es necesario adicionar o incuarter más plata hasta tener una 8 veces más plata que oro, lo que se hace copelando nuevamente o fundiendo la plata adicionada y el botón con el soplete de boca.

Flotación

Según la definición, la flotación (Perry, y otros, 2001) contempla la presencia de tres fases: sólida, líquida y gaseosa. La fase sólida está representada por las materias a separar, la fase líquida es el agua y la fase gas es el aire. Los sólidos finos y liberados y el agua, antes de la aplicación del proceso, se preparan en forma de pulpa con porcentaje de sólidos variables pero normalmente no superior a 40% de sólidos. Una vez ingresada la pulpa al proceso, se inyecta el aire para poder formar las burbujas, que son los centros sobre los cuales se adhieren las partículas sólidas.

La definición tradicional de flotación dice que es una técnica de concentración de minerales en húmedo, en la que se aprovechan las propiedades físico-químicas superficiales de las partículas para efectuar la selección. La flotación es una técnica (Espin, 2011) de concentración que aprovecha la diferencia entre las propiedades superficiales o interfaciales del mineral útil y la ganga. Se basa en la adhesión de algunos sólidos a burbujas de aire, las cuales transportan los sólidos a la superficie de la celda de flotación, donde son recolectados y recuperados como concentrado.

La fracción que no se adhiere a las burbujas permanece en la pulpa y constituyen las colas o relaves. El equipo que se diseñó se realizó tomando en cuenta el modelo que se muestra a continuación, el cual consiste en una celda mecánica de flotación (ver figura 1), la cual básicamente tiene un mecanismo donde se forman tres zonas (de espuma, mineralización y mezclado) dentro de una celda que en nuestro caso se construyó con fierro (lamina) comercial que tiene un volumen de 11.2 lt. y que cuenta con un agitador, un difusor y un alimentador de aire alimentado por una manguera de hule conectada a un compresor, tal como se muestra en las figuras de los resultados del proyecto (ver figuras 3, 4, y 5).

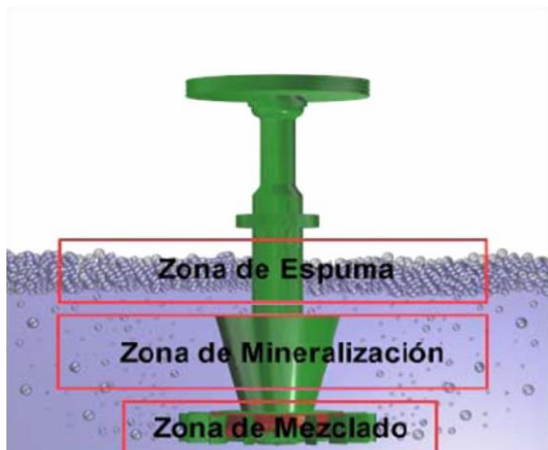


Figura 1 Celda de flotación mecánica

El fenómeno químico -adsorción- entre las partículas valiosas de metal y el reactivo colector con el espumante y la partícula, se da en la zona de mineralización, logrando en la zona de mezclado una fricción entre los reactivos y el mineral que hace que las partículas y los reactivos entren en contacto para su posterior flotabilidad de las partículas en la zona de espuma (ver figura 2).

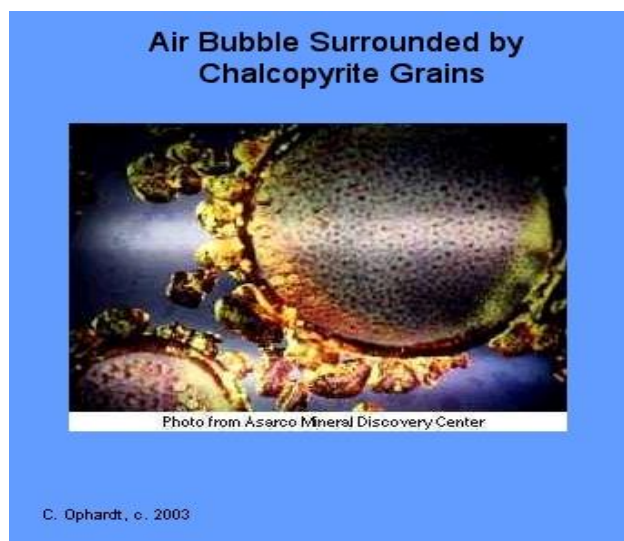


Figura 2 Celda de flotación mecánica

La flotación es un proceso de adsorción física y es resultante de interacciones químicas secundarias o residuales (tipo Van der Waals), caracterizándose por un bajo calor de interacción, ninguna o casi ninguna acción de selección entre el adsorbente y el adsorbido, siendo posible la formación de multicapas.

Resultados y Discusión

El proceso inició con la trituración de las rocas, se hizo uso de herramientas como: el marro y una plancha de acero como base, pasando después al proceso de molienda en el molino de mano.

Teniendo la muestra reducida de tamaño (molida), se depositaron en pequeños frascos rotulados con nombre y número de muestra para procesarlas, se identificó el tipo de mineral: Caliza, Andesita y Azurita, y se elaboró una tabla de información de las rocas a procesar.



Figura 3 Identificación de Minerales

Mineral	Tipo	Composición	Dureza	Características Mineralógicas	Imagen
Andesita	Ortosa	$K(AlSi_3O_8)$	6	La ortosa u ortoclasa, como todos los feldspatos, pertenece al grupo de los tectosilicatos; está formado por potasio, aluminio, silicio, oxígeno y en ocasiones también contiene sodio. Es el feldespato más conocido y común. La andesita es la segunda roca volcánica más común en la corteza terrestre	
Caliza	Calcita	$(CaCO_3)$	3	Es uno de los minerales más comunes y diseminados en la corteza terrestre. Es también un mineral importante en la formación de las rocas y es el constituyente principal de las calizas, mármoles y muchas carbonatitas. Se presenta de distintos colores: blanco, gris, amarillo oscuro, rojo, naranja, azul, negro, incolora y raramente verde.	
Andesita	Ortosa	$K(AlSi_3O_8)$	6	La ortosa u ortoclasa, como todos los feldspatos, pertenece al grupo de los tectosilicatos; está formado por potasio, aluminio, silicio, oxígeno y en ocasiones también contiene sodio. Es el feldespato más conocido y común. La andesita es la segunda roca volcánica más común en la corteza terrestre	
Malaquita-azurita	Fluorita	(CaF_2) $Ca_3(CO_3)_2(OH)_2$	4	Sorprendente por su color azul intenso, la azurita es un mineral que ha deslustrado durante miles de años por sus destellos de colores. Este color azul tan resalado que posee, se debe a que es un mineral con fuerte contenido de cobre, pertenece al grupo de los carbonatos y su formación proviene de aquellos depósitos de cobre expuestos a la intemperie.	
Andesita	Ortosa	$K(AlSi_3O_8)$	6	La ortosa u ortoclasa, como todos los feldspatos, pertenece al grupo de los tectosilicatos; está formado por potasio, aluminio, silicio, oxígeno y en ocasiones también contiene sodio. Es el feldespato más conocido y común. La andesita es la segunda roca volcánica más común en la corteza terrestre	

Tabla 3 Clasificación de Minerales

Se continuó con el procedimiento de reducción de tamaño de las muestras usando el molino de bolas, es decir, las muestras pasan por molienda, este proceso se lo hizo con las muestras de los minerales identificados como:

caliza, andesita y azurita, el proceso tuvo una duración de 15 minutos, de acuerdo a un estudio realizado anteriormente en el proyecto de: “Determinación de índice de molienda de un micro molino de bolas”, que permitió tener un nivel de confianza de 95% en donde el tiempo de molienda es adecuado para obtener la gran volumetría recomendada para análisis metalúrgicos.

Una vez que se ha obtenido la reducción apropiada de estas muestras se procede al proceso de recuperación de valores metálicos, en primer lugar, se debe identificar si el mineral es un óxido o un sulfuro; es decir, si es un óxido la muestra debe diluirse en ácido nítrico al 10% para saber si tiene plata y si tiene oro se hace la lixiviación con cianuro al 10% y si es un sulfuro se somete al mineral al proceso de flotación (BULK).

Para todos los minerales se hace el mismo procedimiento; en cuanto al proceso de oxidación: se pesaron 100 gr de cada mineral, en un matraz se colocaron 450 ml de agua y 50 ml de ácido nítrico y se colocó a calentar en una parrilla eléctrica, y cuando alcanzó una temperatura media se colocó el mineral por un tiempo de 30 min, luego se puso a enfriar el recipiente que contenía agua, ácido y el mineral y se procedió a decantar, a la solución que se ha obtenido se colocó sal mineralizada y se dejó por un tiempo de 10 minutos para saber si tiene plata, se precipitará la misma en forma de un cloruro de color blanco lechoso mostrándose así el cloruro de plata. Si tiene plata, en un crisol se colocan 5 gr de bórax y 5 gr de bicarbonato de sodio y el residuo del mineral en forma de cloruro de plata, se pasa a fundir en un horno en donde estas mezclas de compuestos se funden y de esta manera se volatiliza el cloro y queda la plata metaliza en el crisol, la cual se vacía en la pallonera para ese efecto diseñada.



Figura 4 Molino de Bolas

De los tres minerales sometidos a esta prueba no se obtuvo plata, solo en una cuarta muestra denominada “Concentrado I” del cual se obtuvo un precipitado de cloruro de plata y se demuestra la existencia de plata, por lo tanto, se pasan las muestras al proceso de cianuración para saber si tienen oro.

Este proceso consistió en pesar 100 gr de cada mineral, se hizo una dilución al 10% de cianuro (es decir, se pesa el 10 % de NaCN y se prepara en un matraz volumétrico de 250 ml), en un matraz volumétrico de 250 ml se coloca 100 ml de agua, se pesan 25 gramos de cianuro (NaCN), se colocan los 25 gramos en el matraz volumétrico, luego se coloca agua hasta alcanzar la capacidad del matraz de 250 ml, hasta aforar e ir mezclando para que el cianuro se disuelva completamente en el matraz, se colocó la mezcla del cianuro con agua y se deja en reposo, con una lima se obtiene polvo rayando un fragmento de zinc para trabajar la muestra, con el fin de sustituir la sal, hecho todo el proceso de los tres minerales se dejan en reposo, y se hace un monitoreo del pH, no deben estar ácidos, si es así se debe colocar cal para controlar el Ph de la mezcla, hasta que esté en el punto alcalino. Por lo tanto, se hizo el control del pH de las tres sustancias (minerales) y el pH de todas salió 11 (alcalino). Las muestras con cianuro se dejan en reposo por dos días más, teniendo en cuenta el monitoreo del pH de estas muestras.



Figura 5 Prueba del Ph de las mezclas

Se pudo determinar que en las muestras que se procesaron de los minerales oxidados por el método de “dilución de valores” no se obtuvo plata de los minerales: caliza, andesita, azurita. Proceso de fundición

Se continuó con el monitoreo de las muestras con cianuro, para determinar que las sustancias siguen alcalinas.

El proceso a seguir con las muestras que pasaron por dilución (cianuración) se describe a continuación: se decantaron las muestras de los tres minerales: caliza, andesita y azurita, una vez decantadas las muestras se agregó zinc a la solución rica en cianuro obtenida, a los residuos del cianuro se colocó agua oxigenada para neutralizar la mezcla; a la solución de cianuro con el zinc se dejaron por 24 horas para que reaccione con el zinc el metal valioso (plata u oro).

Pasadas las 24 horas se lavaron con agua las tres muestras con cianuro, y al residuo del mineral con zinc se le preparó un fundente; se necesitaron 3 gr de bórax, 3 gr de bicarbonato y el residuo de las muestras con zinc (andesita, caliza y azurita), como resultado de la fundición de las tres muestras solo se obtuvo residuos de la fundición del mineral andesita (unos pequeños botones), de la azurita se obtuvo algo de residuo y de la caliza no se obtuvo nada. Posteriormente se pasó al proceso de copelación.



Figura 6 Fundición

Muestra “Concentrado I”

Se trabajó con una nueva muestra “concentrado I”, se tuvieron 182.5 gr, esta muestra pasó por tres procesos: análisis por microscopio, método de dilución de valores y método de fundición, por lo tanto, se cuartea la muestra de concentrado I, por ende, 91.25 gramos pasaron por dilución de valores y el resto de la muestra pasó por fundición. Por el método de dilución de valores se usó ácido nítrico para diluir la muestra y posteriormente se agregó sal para precipitar cloruro de plata el cual no precipitó.

Al decantar posteriormente la muestra se concluye que no tiene plata, pero al hacer el proceso de fundición se obtuvo un pequeño botón de plata. El procedimiento que se realizó para la fundición directa fue el siguiente: 5 gr de bicarbonato, 5 gr de óxido de plomo rojo, 5 gr de bórax, 2 trozos de plomo, 91.25 de concentrado I, luego pasó al método de copelación.



Figura 7 Resultado de la fundición del concentrado I

Copelación

A las muestras de las que se han obtenido pequeños residuos de algún metal valioso después de la fundición de los minerales: azurita, andesita y concentrado I, pasan al proceso de copelación, para ello se necesitó: una mufla u horno eléctrico a una temperatura de 800 °C para determinar si tienen oro o plata, se utilizó un pequeño fragmento de plomo, cazuelas cilíndricas y las muestras que ya pasaron por fundición se las colocó en cada cazuela cilíndrica con el fragmento de plomo y se introdujeron dentro del horno con unas pinzas, se lo dejó por un tiempo de 25 min. Se elaboró una guía para poder hacer un correcto procedimiento.

Entrada: minerales fundidos	Transformación Horno	Sálida: oro
Concentrado alemán 1.	3	1
Andesita 2.	2	2
Azurita 3.	1	3

Figura 7 Guía de identificación de cazuelas

- La muestra andesita se quebró, pero se mira que tiene oro, por lo tanto, se hará una prueba más.
- De la muestra azurita no se obtuvo nada
- De la muestra concentrado alemán si se obtuvo oro, su peso fue de: 0.0466 gr



Figura 9 Identificación de Minerales

Muestra andesita

A 91 gr gramos de mineral andesita se pasó por el proceso de fundición utilizado anteriormente, para luego pasar al proceso de copelación y determinar si posee mineral de plata. El fundente contiene: 5 gr de bicarbonato, 5 gr de óxido de plomo rojo, 5 gr de bórax, 2 Pedacitos de plomo. Se concluye que no se encontró ningún mineral valioso en la muestra de andesita.



Figura 8 Fundición de muestra andesita

Microscopio

En unos portaobjetos se analizaron diferentes muestras como: trozos de las rocas de andesita, caliza y azurita, una pequeña fracción de los tres minerales con zinc que pasaron por cianuración, una muestra testigo conocida como concentrado I y se hizo una tabla para saber que muestras tenían oro o plata y observar su estructura.

Se tomaron fotos por medio del microscopio y un software instalado en el computador conectado al mismo, cada portaobjetos se lo identificó con su nombre para mejor ubicación.

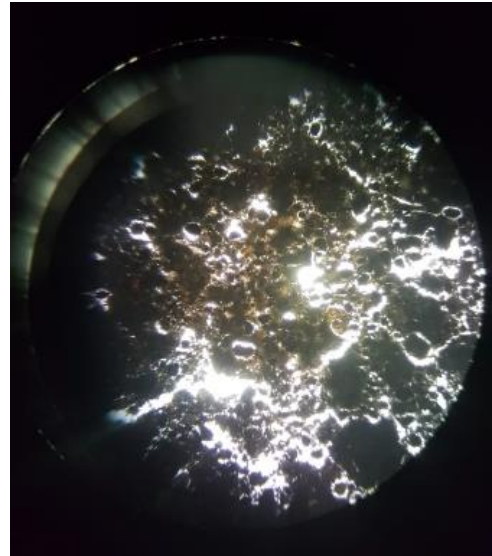


Figura 10 Muestra de Concentrado I desde el microscopio

Se llevó a cabo un nuevo método para la extracción de minerales valiosos, usando “LA TEORIA DE LA ELECTRONEGATIVIDAD, ESTUDIADA POR PAULING”, Pauling la definió como la capacidad de un átomo en una molécula para atraer electrones hacia así; para ello se tuvo en cuenta la electronegatividad del cobre y plata (los dos son de 1.9) ambos elementos tienen la misma capacidad de atraer electrones hacia sí, si se los deja juntos. Para comprobar esta teoría se llevó a cabo el siguiente procedimiento: se colocó a calentar en un vaso de precipitado el ácido nítrico con agua al 10% como se venía trabajando, se hizo un diseño con el cobre para poderlo sujetar con facilidad y este a su vez haga buena captación de la plata una vez se haya introducido dentro del vaso de precipitado con el ácido, se pesaron 0.119 gr de plata y se hizo el proceso de dilución de valores, es decir, se colocaron los 0.119 gr de plata en el ácido nítrico, al colocar la plata en el ácido se deshace, se introdujo el anillo de cobre para que capture la plata y se lo dejó por un tiempo de 1 hora y se desconectó la parrilla y se dejó enfriar; el subproducto que se formó en la reacción es nitrato de cobre tornándose un color azul $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, se procedió a decantar para poder seguir con la fundición, y al realizar el proceso en un crisol se colocó la plata metálica obtenida.

- El diámetro del cobre disminuyó.
- Se obtuvo 0.05 gr de plata después de la fundición, es decir, que se recuperó el 42% de este metal.

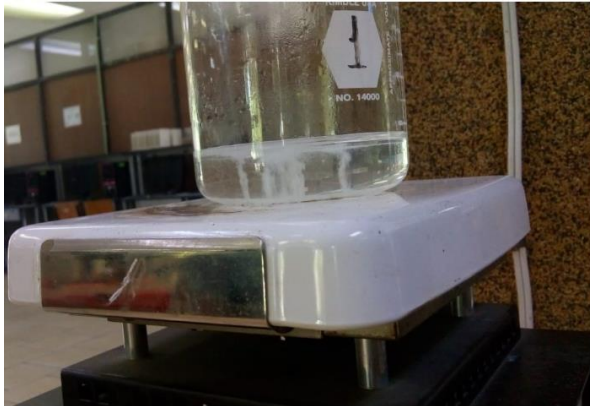


Figura 11 Matraz con ácido calentándose para diluir plata

Por lo tanto, se comprobó la teoría de Pauling con respecto a la fuerza de electronegatividad sobre transferencias iónicas, tal es así, que también el cobre se disuelve en el ácido y forman nitrato de cobre color azul, es decir, así como deposición de la plata metálica en el cobre, en función del resultado obtenido se hizo el mismo proceso con un mineral de los que se han venido estudiando (andesita), se tomaron 100 gr del mineral y se hizo la dilución de valores.

Se debe tener en cuenta: que el cobre no debe tocar el mineral, colocar ácido hasta medio centímetro arriba del mineral, se observó que no hizo una reacción inmediata como en la primera prueba (plata), se notó el cambio de color del cobre sumergido en el ácido tornándose de un color plata, lo que demuestra que si atrajo iones plata el cobre sumergido en solución, posteriormente se limpió con un pincel y una lima de fierro y se procedió a fundir lo que se había pegado en el cobre del cual no se obtuvo nada. Esto es debido a que como era muy poca cantidad de plata el horno de fundición utiliza un soplete de gas butano y este probablemente voló o la volatizó la muestra.

Se hicieron cálculos para determinar el volumen de la varilla de cobre que se perdió después de la reacción con el ácido, y se concluye que se pierde un 43.4176% de su volumen.



Figura 12 Reacción de plata con cobre

Se realizó el procedimiento del método de flotación para la extracción de metales valiosos. Existen tres pruebas de flotación: prueba Batch, prueba de ciclo y test continuos y de planta piloto, la prueba con la que se trabajó es: Pruebas Batch de laboratorio, por lo tanto, esta prueba se la llevo a cabo de la siguiente manera: se diseñó un sistema el cual consta de un taladro de columna, una celda metálica y un compresor, una vez se puso en funcionamiento el sistema en la celda metálica se colocó 4 litros de agua, 1 kg de mineral andesita (muestra n.6), con una pipeta graduada se colocó 20 ml del reactivo Xantato AERO 343-22%, este reactivo es un buen compromiso entre poder colector y selectividad, 2 gotas Espumante CC-580-7p (alcohol alifático), 1 ml De Aerofloat 242 (promotor) mejora la recuperación de minerales con contenido de Cu/Pb/Zn, el tiempo de acondicionamiento fue de 10 min, se tomaron 4 muestras durante el acondicionamiento para saber si la mezcla estaba alcalina, es decir, que en el pH tenía que tener una marcación de 11 u 12, por eso durante la toma de muestras se agregó cal para poder alcalinizar la mezcla ya que al inicio estaba un poco neutra, el paletéo se lo hizo cada 2 segundos (en un recipiente se colocó la espuma que resultó de la flotación).

Cuando el proceso terminó se procedió a pasar el concentrado a un filtro de vacío, con el fin de obtener el mineral concentrado seco y pasarlo posteriormente a fundición, para esto se dejó el concentrado que se obtuvo de la flotación por un tiempo de 24 horas para que seque bien, de lo cual se obtuvieron 117 gramos de mineral concentrado.



Figura 13 Prueba de pH en la celda de Flotación

El proceso que se siguió para la fundición del mineral andesita se siguió como se ha venido trabajando, en una cazuela se preparó un fundente para 30 gramos de mineral que paso por el proceso de flotación: 10 gr de bórax, 10 gr de bicarbonato, 15 gr de óxido de plomo y un pequeño trozo de plomo, al fundir se obtuvo un botón de plomo con plata, de esta manera se procedió al proceso de copelación para determinar si posee algún mineral valioso, en este procedimiento se colocó en la mufla y se calentó a 800°C , en una copela de cemento gris en forma cilíndrica se colocó el botón de plomo y se lo introdujo dentro del horno con las debidas precauciones, como resultado se obtuvo un pequeño botón de plata el cual tuvo un peso de: 0.3062 gramos.



Figura 14 Botón de plata obtenido de la flotación

Se concluye que de 1 kilo de mineral se pueden obtener 117 gr de concentrado de este mineral (resultado de la flotación) y de 30gr de concentrado de mineral se obtuvieron 0.3062 gr de plata. Por lo tanto:

1000 gr (1 kilo) = 10.2033 gr de plata
 1 ton (1000 kg) = 10,203.333333333 gr de plata
 = 10.20333333333 kg de plata.

Conclusiones

Durante la estancia de verano científico se lograron adquirir conocimientos teóricos y prácticos en el proceso de la obtención de minerales valiosos. Se hicieron diseños de los métodos para determinar cuál proceso era el más óptimo en la obtención de metales como oro o plata de los minerales que fueron objeto de estudio, los métodos utilizados del proceso fueron: dilución de valores, la teoría de la electronegatividad estudiada por Pauling y flotación. Siendo el ultimo el más eficaz cumpliendo así el objetivo del proyecto de Optimizar el proceso en la obtención de minerales valiosos, en los procesos ya mencionados la recuperación de mineral fue mínima y en la flotación el índice de recuperación fue mayor.

Agradecimientos

Agradezco al Instituto Tecnológico de Iguala el haberme permitido realizar este proyecto y utilizar los equipos disponibles y los recursos humanos, financieros y materiales para el logro del mismo, a mis compañeros docentes y a los alumnos que intervinieron a lo largo del desarrollo del mismo.

Referencias

Agustín, A.F., Francisco, J.H., Sofía, C.P., Julio Cesar, F.C. Celda Didáctica Para Concentración De Minerales Con Contenido De Oro Y Plata. 2015.

Espin, A. S. Elaboración de Materiales y Equipos para su Utilización en el Análisis Metalúrgico de Oro y Plata (flotación). México: Instituto Tecnológico de Iguala, 2011.

McCabe, W. L., Smith, J. C. y Harriott, P. Operaciones Unitarias en Ingeniería Química. Sexta Edición. México: Mc. Graw Hill, 2007.

Perry, R. H., Green, D. W. y Maloney, J. O. Manual del Ingeniero Químico. Edición 6°. Madrid: Mc. Graw Hill, 2001.

Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

[Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2^{do} Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3^{er} Coautor

Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)

International Identification of Science - Technology and Innovation

ID 1^{er} Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2^{do} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2^{do} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

Resumen (En Español, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Español)

Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Inglés)

Citación: Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo. Revista de Ingeniería Civil. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Artículo

Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No. 10 y Negrita]

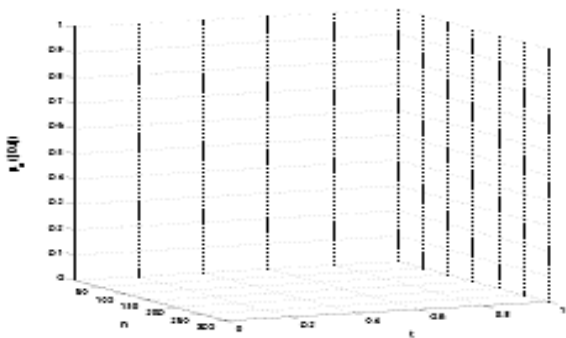


Gráfico 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

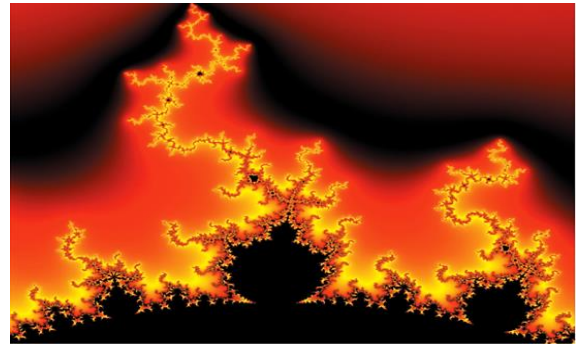


Figura 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Tabla 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Cada Artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Titulo secuencial.

Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

Referencias

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Artículo.

Utilizar Alfabeto Romano, todas las referencias que ha utilizado deben estar en el Alfabeto romano, incluso si usted ha citado un Artículo, libro en cualquiera de los idiomas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (Inglés, Francés, Alemán, Chino, Ruso, Portugués, Italiano, Español, Árabe), debe escribir la referencia en escritura romana y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

Ficha Técnica

Cada Artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

Reserva a la Política Editorial

Revista de Ingeniería Civil se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los Artículos a la Política Editorial del Research Journal. Una vez aceptado el Artículo en su versión final, el Research Journal enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del Artículo.

Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Declaración de Originalidad y carácter inédito del Artículo, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de Artículos que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes del Artículo deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia del Artículo propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Ingeniería Civil emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en este Artículo ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en el Artículo, así como las teorías y los datos procedentes de otros Artículos previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Perú considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.

Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-Mexico, S.C en su Holding Perú para su Revista de Ingeniería Civil, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre Artículos enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio al Artículo el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los Artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los Artículos que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al que hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter el Artículo a evaluación.

Responsabilidades de los Autores

Los Autores deben garantizar que sus Artículos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Artículos definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del Artículo presentado a arbitraje.

Servicios de Información

Indización - Bases y Repositorios

RESEARCH GATE (Alemania)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

HISPANA (Información y Orientación Bibliográfica-España)

Servicios Editoriales

Identificación de Citación e Índice H

Administración del Formato de Originalidad y Autorización

Testeo de Artículo con PLAGSCAN

Evaluación de Artículo

Emisión de Certificado de Arbitraje

Edición de Artículo

Maquetación Web

Indización y Repositorio

Traducción

Publicación de Obra

Certificado de Obra

Facturación por Servicio de Edición

Política Editorial y Administración

1047 Avenida La Raza -Santa Ana, Cusco-Perú. Tel: +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 1260 0355, +52 1 55 6034 9181; Correo electrónico: contact@ecorfan.org www.ecorfan.org

ECORFAN®

Editor en Jefe

JALIRI-CASTELLON, María Carla Konradis. PhD

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN® Republic of Peru), sponsorships@ecorfan.org

Licencias del Sitio

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. financingprograms@ecorfan.org

Oficinas de Gestión

1047 Avenida La Raza -Santa Ana, Cusco-Perú.

Revista de Ingeniería Civil

“Análisis de la soldadura aplicada en el ZSB Trager VW SUV Tiguan (soporte zsb)”

MEDINA-MENDOZA, José Antonio, HERRERA-REYES, Naieli y MÉNDEZ-MACÍAS, Gerardo

Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes

“Ciclos del viento como condicionante de diseño bioclimático y urbano para Ciudad Valles, S.L.P.”

ZAPATA-PADILLA, Néstor Juan, PEDRAZA-GÓMEZ, Carlos, BOJÓRQUEZ-VARGAS, Alma Rafaela, HERNÁNDEZ-GONZÁLES, Gisela Beatriz

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

“Diseño de interfaz gráfica basada en Big Data para cálculo de sistemas de tubería de Clase III”

RAZÓN-GONZÁLEZ, Juan Pablo, GALLARDO-ALVAREZ, Dennise Ivonne, GARCÍA-GUZMÁN, José Miguel y DURÁN-BELMAN, Israel

Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

“Optimización del proceso de recuperación de minerales valiosos mediante la implementación del sistema de flotación”

ACEVEDO-FIGUEROA, Agustín, JUÁREZ-HERRERA, Francisco, CASTREJÓN-PÉREZ, Sofía y FLORES-CABRERA, Julio Cesar

Instituto Tecnológico de Iguala

