



¿CÓMO EXPLICAR LAS ONDAS EN LA VIDA COTIDIANA Y LA INGENIERÍA?

HOW TO EXPLAIN THE WAVES IN EVERYDAY
LIFE AND ENGINEERING

Fecha de Ingreso: 6 de Agosto/2013 -- **Fecha de Aceptación:** 21 de Agosto/2013

LETICIA ACOSTA / Docente Facultad de Ingeniería
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL ÁREA ANDINA

JULIETH CAÑIZARES P. / Estudiante de Ing Civil
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL ÁREA ANDINA

YESICA DAZA A. / Estudiante de Ing de Minas
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL ÁREA ANDINA

ELIANA LINARES O. / Estudiante de Ing Geológica
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL ÁREA ANDINA

JOSE NIEVES A. / Estudiante de Ing Geológica
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL ÁREA ANDINA

LIZ PONTÓN P. / Estudiante de Ing Geológica
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL ÁREA ANDINA

RESUMEN

En la actualidad el mundo atraviesa por fenómenos físicos que intervienen directamente con la regularidad de su entorno, se pueden identificar entre ellos las ondas, las cuales acontecen a diario en cada etapa de la vida humana, pero, actúan como fenómenos invisibles porque muchas personas desconocen su procedencia y peor aún los efectos que causan en su ambiente, el presente artículo se realizó con la finalidad de mostrar la importancia, el comportamiento y las consecuencias que proponen las ondas en el planeta tierra; en la ingeniería las ondas juegan un papel importante porque ayudan a la interpretación del planeta, esta es solo una de las varias aplicaciones descritas en el presente artículo; en la vida cotidiana aunque se desconoce cuándo se observa una imagen se capta una onda de luz; son cosas tan sencillas en las que se aplica la existencia de las ondas que se deben considerar en la vida humana. Al realizar el presente artículo se tuvo en cuenta la previa investigación en la web y sobre todo en la base de datos de la Fundación universitaria del área andina.

PALABRAS CLAVES

Ondas, ingeniería, fenómenos.

ABSTRACT

At present the world crosses for physical phenomena that intervene directly with the regularity of his environment, there can be identified between them the waves, which happen daily in every stage of the human life, but, act as invisible phenomena because many persons do not know his origin and worse still the effects that they cause in his environment, the present article was realized by the purpose of showing the importance, the behavior and the consequences that the waves propose in the planet land; in the engineering the waves play an important paper because they help to the interpretation of the planet, this one is alone of several applications described in the present article; In the daily life though there is not known when an image is observed a wave of light is caught; they are so simple things in which there is applied the existence of the waves that must be considered in the human life. On having realized the present article the previous investigation was born in mind in the web and especially in the database of the university Foundation of the Andean area.

KEY WORDS

Waves, engineering, phenomena

1. INTRODUCCIÓN

Cuando se habla de conocer el lugar en que se habita, no se tienen en cuenta los factores físicos internos que afectan directamente el planeta tierra, quitándole importancia a los fenómenos que suceden a ciegas de la vista humana, pero, que son directamente proporcionales a la continuidad de un desarrollo social; para abordar específicamente problemáticas físicas que enfrenta el planeta en su diario vivir, aparecen las ondas como un método de estudio para exponer ante los seres humanos, procesos naturales iniciados en el interior de la tierra y que son evidenciados en superficie ocasionando muchas veces catástrofes que desequilibran el avance de la humanidad, pero, que a su vez colocan a prueba la capacidad de innovación y el conocimiento humano (Acosta. 2012). Es primordial reconocer la importancia que tienen las ondas en la vida humana, basados en eso se hacen estudios de pertinencia para exponer el impacto proveniente de las ondas porque muchas personas las ignoran e incluso no les interesa o por falta de interés no conocen de ellas; es necesario aprender a sobrevivir ante el aumento de su intensidad, porque entre mayor sea su intensidad será mayor el grado de pérdida y daños en superficie. Las ondas no solo sirven para ocasionar daños, cabe resaltar que gracias a las ondas hoy en día se conoce la composición física del interior de la tierra, promoviendo su estudio y en consecuencia se ayuda a prevenir desastres mayores que afecten a los seres vivos. (Bass. 2012).

En la ingeniería el uso de las ondas es esencial para explotar terrenos y obtener recursos minerales que sirvan para el beneficio humano ;en caso de la ingeniería de minas, se procede a interactuar con explosivos que causan ondas, esta actividad llamada voladura se presenta como una herramienta para ayudar a explorar yacimientos de carbón ya que estos se encuentran entre capaz de roca estéril

que solo sirven como contaminantes de la materia prima (Díaz et al. 2012); en la ingeniería geológica se presentan las ondas como método de estudio que siendo parte de una rama de esta ingeniería abordan todo lo relacionado con sismica, promoviendo a los seres humanos conocimientos del interior del planeta e interviniendo en posibles catástrofes (Gowsmani. 2012); en la ingeniería civil se caracterizan las ondas por su importancia probatoria, son capaces de mostrar la eficiencia de una estructura al ser sometida a ondas artificiales que puedan evidenciar la resistencia de las construcciones y diagnosticar que son aptas para el ejercicio social (Ricketts et al. 2012).

2. COMO ESTUDIAR ONDAS

Las ondas son perturbaciones que pueden ser transmitidas a través de materia o en ausencia de ella; las ondas se componen de distintas partes que hacen de ella una onda como son: cresta (la parte superior de la onda), valle (la parte inferior de la onda), longitud de onda o (es la distancia entre dos crestas o dos valles consecutivos), amplitud (es la distancia entre el horizonte y una cresta o un valle), dirección de propagación de la onda (es hacia donde se dirige la onda). (Acosta. 2012).

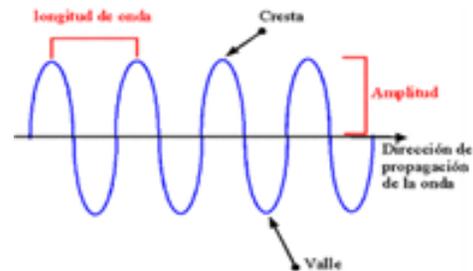


Figura 1. Ejemplo grafico de las partes de una onda

Fuente: ACOSTA A. (2012) - <http://ondasyuscaracteristicas.blogspot.com.co/2012/10/movimientos-ondulatorios.html>

Cuando las ondas necesitan de la materia para propagarse se habla de ondas mecánicas, mientras que las que no lo necesitan se llaman ondas electromagnéticas (Acosta. 2012). En este caso es necesario

resaltar el estudio de las ondas mecánicas entre ellas las ondas sísmicas porque son las que han permitido conocer la composición física del planeta tierra, las ondas sísmicas se dividen en ondas volumétricas y ondas superficiales. Las ondas volumétricas son las que se propagan en el interior de la tierra ,en particular tenemos las ondas p y s , las p son ondas primarias o longitudinales que se transmiten en dirección del movimiento, además se propagan solo en sólidos y líquidos(Gálvez. 2011) ; las s son ondas secundarias o transversales que se transmiten perpendiculares al movimiento por esta razón son más peligrosas que las primarias, éstas solo se transmiten en sólidos; este tipo de ondas han permitido conocer el estado de cada una de las capas del interior de la Tierra. (Gálvez. 2011).

Las ondas superficiales son producidas por la interacción constructivas de las ondas volumétricas con la estructura interna del planeta tierra , esto hace que sean más peligrosas que las ondas volumétricas porque liberan toda la energía generada en el interior del planeta a superficie; las ondas superficiales se clasifican en ondas Rayleigh y las ondas love; las ondas Rayleigh se caracterizan por su periodo largo y prolongado , lo que las hace aún más peligrosas debido a que su velocidad es menor generando un movimiento elíptico longitudinal sobre un plano vertical, por consiguiente las ondas love se caracterizan por proceder de la interferencia constructiva de variadas reflexiones en a superficie, a diferencia de las ondas rayleigh estas son más rápidas ocasionando un movimiento de las partículas paralelo a la superficie, pero, perpendicular a la dirección de propagación.(Gálvez. 2011).

Las ondas son parte de los estudios sísmicos, estos estudios son categorizados como métodos indirectos que proporcionan datos cuantificables para el estudio del interior del planeta. (Gálvez. 2011).

Cuando se intentan relacionar las ondas mecánicas con la cotidianidad de una per-

sona, se debe mencionar la importancia del sonido, es algo tan común e importante que permite al ser humano comunicar sus ideas , por la falta de conocimiento se desconoce que el sonido es una onda de origen mecánico por lo anteriormente explicado se conoce que necesita de un medio para propagarse ,pero, no solo es necesario el medio también se debe poseer el aparato auditivo encargado de transformar la vibración en lo que se llama sonido; el sonido es una onda mecánica, tridimensional y longitudinal , son sus principales características y las que en realidad le permiten propagarse al mismo tiempo por un lugar , ya que viaja en todas las direcciones; en el sonido se presentan distintos fenómenos físicos como la refracción (cuando cambia de un medio a otro), la reflexión (cuando choca con una superficie pulida la reflexión será mayor y se produce el eco, mientras que cuando choca con una superficie rugosa esta absorberá la mayor parte de energía de la onda y no permite que se refleje), difracción (cuando la onda atraviesa un obstáculo y es capaz de rodearlo y entre mayor sea la apertura del objeto menor será la difracción, dando una relación inversamente proporcional), interferencia (es la superposición de dos o más ondas , puede ser constructiva cuando se encuentra valle con valle y cresta con cresta ; destructiva cuando se superpone valle con cresta), eco(cuando la onda termina de propagarse es impactada contra un obstáculo esta se refleja con menor velocidad), reverberación (cuando la onda aún no ha terminado de propagarse y se refleja como eco), resonancia(sucede porque cada objeto tiene una frecuencia natural y al aplicarle una fuerza externa a dicho objeto se alcanza un punto en donde la frecuencia del objeto es igual a la frecuencia de la fuerza externa , este fenómeno puede ser destructivo en algunos objetos rígidos , por esa razón puede llegar a romperse), ondas estacionarias sonoras (este fenómeno se relaciona con la reflexión del sonido, depende como se in-

tercepte en un punto las fases de la onda incidente y la onda reflejada, produciendo modificaciones en el sonido de ello depende que suba o baje la amplitud de la onda, como resultado puede producir un sonido desagradable). (Gálvez. 2011).

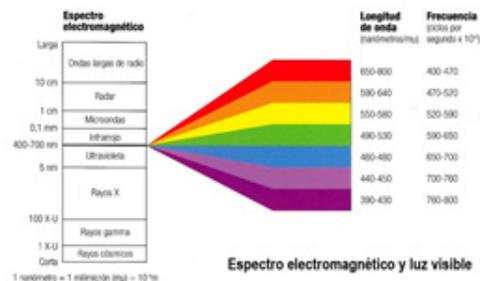
Movimiento ondulatorio. Ondas sonoras: Aplicaciones

La luz es parte fundamental del ser humano, gracias a ella podemos observar todo lo que nos rodea. La luz es una onda electromagnética (puede propagarse en el vacío), la luz se propaga en línea recta y su velocidad en el vacío es de 300000 km/s (Edminister. 2014). en la luz se presentan distintos fenómenos ondulatorios como la reflexión (cuando un rayo de luz incide en la superficie de otro medio parte del rayo se refleja y la otra sigue propagándose en el medio, la reflexión puede ser difusa o especular, se presenta la reflexión difusa cuando la superficie en la que incide el rayo de luz es amorfa y la reflexión especular se produce cuando el rayo de luz incide en una superficie lisa y entre más lisa sea la superficie, mayor será el índice de reflexión), refracción (cuando un rayo de luz pasa de un medio de menor índice de refracción a uno de mayor índice de refracción), interferencia (se produce cuando dos rayos de luz poseen la misma longitud de onda y una diferencia constante de fase), difracción (se da cuando un rayo de luz impacta con un obstáculo y se observan franjas más claras y oscuras que contradicen el principio de propagación), polarización (se produce cuando se consigue que la vibración de las ondas se realice en una dirección determinada). (Fabrizio. 2013).

La luz cumple un papel muy importante en el ojo humano. la luz viaja por el aire hasta que impacta con la córnea refractando esta los rayos de luz, luego estos rayos refractados de la luz pasan por el iris y la pupila llegando a el cristalino que por su forma cóncava refleja la imagen observada hacia la retina de forma inversa,

en la retina se encuentran unos nervios llamados conos (se encargan de la visión a color y son de color rojo, azul y verde) y bastones (que se encargan de la visión de los colores blancos y negros) debido a su forma, y por ultimo pasan al nervio óptico que es el encargado de transportar la información al cerebro (el cerebro se encarga de enderezar la imagen). (Beiser. 2009).

El espectro visible es la región electromagnética a la cual el ojo humano es capaz de percibir su entorno y se encuentra en un rango de 350 nm a 750nm yendo del color violeta como el de menor longitud de onda, hasta el color rojo como el que tiene mayor longitud de onda, fuera del espectro visible se encuentran otros rayos de menor longitud de onda que 350 nm como lo son los rayos cósmicos, rayos gama, rayos X y los rayos ultravioleta, y otro con mayor longitud de onda como lo son los rayos infrarrojos y los rayos de radio, etc. (Beiser. 2009).



Figuro 8. Ejemplo del espectro visible.

Fuente: Fisica Universitaria – Sears – Zemansky – 12ava Edición – Vol2 – Cap. 32 (2014) – <https://edbar01.wordpress.com>

El arcoíris es un fenómeno óptico y meteorológico que ocurre debido al espectro visible continuo en el cielo y a la descomposición de la luz, el arcoíris se produce debido a la refracción y reflexión de la luz en las gotas de agua, la luz para atraves de las gotas de agua refractándose y separando los siete colores que conforman al rayo de luz dependiendo de su longitud de onda, ubicándose de colores de menor longitud de onda como lo es el color violeta a colores de mayor longitud de onda como lo es el color rojo.

3. COMO INFLUYEN LAS ONDAS EN LA INGENIERÍA

La ingeniería es el arte de innovación referente a cada problema presente en la vida cotidiana, basándose en saberes específicos con énfasis matemático, que al ser fusionados con planteamientos humanísticos dan una solución puntual, eficaz y renovadora.

De acuerdo con los razonamientos que se han venido realizando se deben tener en cuenta las ondas para la aplicación en la ingeniería, si dada dicha aplicación se mejora la calidad del trabajo ingenieril, ante todo se estarían aprovechando las ondas en pro desarrollo del bienestar social y a su vez se prevendrían desastres que al afectar una obra civil ocasionarían desastres innumerables y un quebranto al desarrollo humano. Específicamente se trae a colisión la aplicación de las ondas en la ingeniería civil, ingeniería geológica e ingeniería de minas. (Valdiya. 2012).

En la ingeniería civil el estudio de las ondas es obligatorio, porque en su comprensión está el éxito de una obra civil, específicamente cuando se construye un puente sin pensarlo dos veces hay que premeditar el efecto que dichas ondas pueda tener en la construcción, anteriormente se mencionó el efecto de resonancia el cual afecta directamente en él, por ende es necesario realizar estudios previos de resonancia para que cuando los factores ambientales impacten la construcción no se afecte negativamente. (Goswami. 2012). los ingenieros civiles en su entorno de desarrollo trabajan con el costo de un proyecto de infraestructura de vivienda en el cual tienen que tener en cuenta un factor determinante el cual es las amenazas de las zonas sísmicas. Estas viviendas deben prestar un buen nivel de servicio, y deben cumplir con los requisitos mínimos de calidad y de seguridad estipulados por los Reglamentos de Construcción Sismo-Resistente; básicamente se deben tener en cuenta tres aspectos tales como el sistema tradicional de muros de mampostería

confinada, muros de concreto con refuerzo convencional (mallas electro soldadas) y muros de concreto con fibras de acero. Para que estas puedan ser Construcciones sísmo resistentes en el cual su principal objetivo será que las casas resistan el movimiento leve de las ondas en el interior de la tierra. (Carrillo, Aperador & Echeverri.2014).



Figura 10. Ejemplo de construcciones

Fuente: Construcción de VIS en Colombia, a) muros de concreto (Botero, 2013). b) mampostería confinada (Gómez, 2013). (Carrillo et al., 2014).

En la ingeniería geológica son necesarias las ondas porque mediante su estudio se conoce el comportamiento de la tierra, siendo los ingenieros geólogos y los geólogos médicos del planeta, mediante las ondas pueden descifrar si está enfermo y necesita de su ayuda para ser curado, los comportamientos de la tierra se evidencian gracias a métodos sísmicos que con estudios previos pueden ser interpretados. (Day. 2012).

Castro (2014) afirma: *"Parte fundamental en ingeniería geológica es estudiar la propagación de las ondas en el interior de la tierra específicamente la sismología. lo primero que se hace en estos estudios es encontrar las fuentes sísmicas. Primero, se determinaron COORDENADAS hipo centrales Preliminares con el Programa Hypoinverse que es de gran utilidad en estos casos y las COORDENADAS Iniciales fueron determinadas con el Método de Corrección por estación de Fuente Específica (Lin & Shearer, 2005). lo que básicamente se puede encontrar es eventos relocalizados que se agrupan cerca de las fallas un ejemplo de esto es los terremotos que hubieron en la provincia de Cuenca y Cordillera de Sonora, México, entre 2003 y 2011, cerca de la ruptura*

ra de las 3 de mayo de 1887 Mw 7.5. De los cuales se puede deducir que el microsismo registrado por la matriz RESNES durante 2003-2011 se encuentra principalmente en el área epicentral de los terremotos, lo que confirma que este gran evento intraplaca sigue generando réplicas. La mayoría de los terremotos reubicados se originaron a una profundidad de la corteza, cerca de los segmentos de falla que se han roto en 1887. Además, gran parte de microsismos se registraron cerca de las fallas de Cuenca y Cordillera ubicadas al sur de la ruptura de 1887, como la Villa Hidalgo y Granados fallas, y las fallas que limitan la cuenca Bacadéhuachi. La distribución de la sismicidad se correlaciona bien con los modelos numéricos de los cambios en la tensión de rotura de Coulomb consecuencia del terremoto de 1887. Más conocimiento sobre el pasado la actividad de estas fallas debe ser adquirida a partir de estudios geológicos sobre el terreno de su estructura y la estratigrafía del Cuaternario". (p.83, 85,86)

La importancia de las ondas abunda en la ingeniería geológica, es de gran ayuda proceder e interesarse por su conocimiento, de tal manera que al promover estudios sísmicos se tengan bases estructuradas, sin fragilidad ante un movimiento sísmico, las ondas siendo tan importantes deben ocupar su lugar en la vida de los seres humanos, no solo en las ingenierías deben ser consideradas porque todos los habitantes del planeta tierra y el universo interactúan con las ondas.

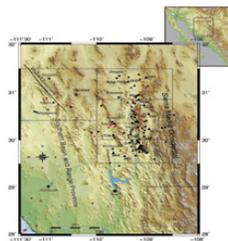


Figura 11. Ejemplo de los epicentros de un sismo.

Fuente: (Epicentros reubicados originarios 2003-2011 (círculos rellenos en negro). Las estrellas representan los centros de población. P (Pitáycachi), T (Teras), y O (Otates) son las fallas que rota en el terremoto de 1887. Los límites de las cinco rectángulos se utilizan para subdividir la región para fines de reubicación.

Los círculos negros en rojo corresponden a los epicentros reportados por el Boletín del Centro Internacional de Sismología originario entre el 22 1964 y 27 de junio de 2013.) (Castro, 2014)

En la exploración de un terreno se debe tener en cuenta la técnica de perforación que se va a utilizar. Las técnicas de geofísica aplicada, están orientadas a distinguir o reconocer formaciones geológicas que se encuentran en profundidad; mediante la medición de un parámetro físico asociado a ellas: la densidad, la velocidad de las ondas elásticas, la resistividad eléctrica. La profundidad de penetración y la resolución de estos métodos varían dependiendo del equipo que se utilice y de las condiciones del terreno (Arias, óscar, & Fabián.2012). En la investigación geotécnica los métodos de exploración geofísica deben ser utilizados en combinación con la observación directa en campo y los sondeos mecánicos; los primeros pueden ser muy útiles como guía para determinar la localización de los sondeos mecánicos. Los métodos sísmicos han sido utilizados para investigar la litología del subsuelo y estimar propiedades geo mecánicas a partir de correlaciones propuestas de éstas con la velocidad de las ondas elásticas. Los métodos geo eléctricos han sido usados ampliamente en la prospección de aguas subterráneas; su utilización en la investigación geotécnica ha sido marginal, orientada generalmente a identificar el espesor del regolito o la geometría de las masas movilizadas en deslizamientos profundos y, sólo en ocasiones, a investigar la litología del subsuelo. se puede concluir que se debe tener en cuenta la profundidad de la perforación porque esta podría causar daños y a su vez rupturas en el interior de la tierra. (Arias et al., 2012).

En la ingeniería de minas las ondas son necesarias , un ejemplo claro se da en la propagación de ondas en el proceso de voladura, porque esta ocasiona vibraciones , ondas aéreas y proyecciones de rocas; la onda aérea que provoca se da mediante la detonación de una carga explosiva , el sonido que ocasiona va desde los 30hz -20khz, los 30hz son de baja frecuencia y pueden ser percibidos por el oído humano ,pero, los 30khz son de alta

frecuencia y no pueden ser captados por el oído humano; las ondas aéreas se miden mediante sismógrafos que registran y almacenan un número importante de ondas por segundo; si no se estudian dichas ondas, pueden ocasionar daños en estructuras cercanas adyacentes a la explotación.(Valdiya.2013).

Según Aldas & Bilgin (2004):

La vibración del suelo es el resultado natural del proceso de voladura, es beneficioso prestar especial atención a los componentes longitudinales de las ondas de vibración del suelo en las minas de carbón, Con el fin de minimizar los efectos de la vibración del suelo en zonas residenciales, es beneficioso para formar las caras de banco en la dirección de las zonas sensibles.

La propagación de las vibraciones del suelo se ve influida por la litología de la masa rocosa. A baja velocidad, la capa superficial delgada, sustentada por capas de toba con diferentes propiedades, condujo a un aumento de las amplitudes de vibración de múltiples reflexiones. Los trenes de ondas de superficie se superponen debido a las camas de toba con límites bien definidos con buenas propiedades de reflexión, y resultan en una vibración de larga duración y altas amplitudes.

Si los lugares de detonación se encuentran cerca de los fallos, debido a las reflexiones y / o difracciones de las ondas, dependiendo del ángulo de incidencia de las ondas entrantes, o bien por un aumento de la amplitud en uno o más componentes de vibración en las direcciones o lugares especificados se observa la preservación de la magnitud velocidad de las partículas que se producen, esta se genera por las altas amplificaciones vibratorias de las voladuras realizadas.(p.52.58)

4. CONCLUSIONES

Entender cómo se comportan las ondas y las distintas características que poseen le ha permitido a los seres humanos desa-

rollar avances en la tecnología para prevenir los desastres que pueden ser generados por éstas y salvar vidas, comprender sus características facilita el modo de vida de las personas, al tener claridad de cómo se propagan las ondas se esclarece el efecto que se deriva según su intensidad , cuando se infiere en la capacidad dañina de una onda se puede categorizar en que aspecto de la vida se está desarrollando la onda; se realizaron revisiones bibliográficas que aportaron al artículo evidencias físicas de la influencia de las ondas en la vida cotidiana , atendiendo a la aplicación de las ondas en la ingeniería, en consecuencia, se especifica que sin lugar a dudas es necesario su estudio para contribuir al desarrollo social, una evidencia de ello se propone en la ingeniería civil , en construcciones de alto riesgo , algunas en las que se infiere la resonancia, y otras en las que los materiales utilizados no son de confianza y es necesario probar su resistencia.

Por su parte en la ingeniería geológica el estudio de las ondas arrojó una cantidad de resultados considerables, con solo una revisión que se hubiese efectuado satisfactoriamente se daba evidencia de la importancia de las ondas en ésta, fueron varias las revisiones encontradas; básicamente se aplican las ondas en la geotecnia y la sísmica, siendo ramas de la ingeniería geológica y a su vez promoviendo soluciones aptas para la mejoría humanitaria, un ejemplo de ello se evidencia en los terremotos que hubieron en la provincia de Cuenca y Cordillera de Sonora, México, entre 2003 y 2011, cerca de la ruptura de las 3 de mayo de 1887 Mw 7.5. Donde se estableció la importancia de las ondas para conocer la magnitud del terremoto que se dio (Castro,2014).

Así mismo en la ingeniería de minas se observó un sinfín de artículos relacionados con ésta, donde se establece más que todo, la importancia de las ondas en el campo minero, específicamente en la sección de voladuras.

Básicamente comprender las características, partes y comportamientos de una onda ayuda a prevenir desastres, catástrofes naturales, riesgos en estructuras ingenieriles y facilita la obtención de materia prima en la que no se perjudique de forma drástica el medio natural, por lo que se genera una sociedad en la que los ingenieros son mucho más productivos y eficientes.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta Acosta, A. (2012). Movimientos Ondulatorios. Movimiento Ondulatorio (Ondas).

Aldas, g. & bilgin, h. (2004). Efecto de algunas propiedades del macizo rocoso sobre las características de la onda de vibración del suelo inducida por voladura. Search.proquest.com.proxy.bidig.areandina.edu.co.

Ana, A. (2012). Características físicas y mecánicas de los títulos VARIOS DE ALTERACIÓN DE GRANITO PROTECTOR DE CARACTERIZACIÓN / físico y mecánico de la meteorización GRADOS DE PROTECCIÓN DEL GRANITO / Caracterización física mecánica y Los potes de meteorización GRADOS Presentado por EL PROTECTOR DE GRANITO (Portugal). Search.proquest.com.proxy.bidig.areandina.edu.co.

Arias, D., ECHEVERRI RAMÍREZ, O., & HOYOS PATIÑO, F. (2012). RELACIONES GEOELECTRICAS EN LA EXPLORACION GEOTECNICA. Search.proquest.com.proxy.bidig.areandina.edu.co.

Barbat, A., Vargas, Y., pujades, l., & hurtado, j. (2014). Evaluación probabilista del riesgo sísmico de estructuras con base en la degradación de rigidez. Ac.els-cdn.com.

Bass, M. (2012). FÍSICA CAMPO FUERTE. Accessengineeringlibrary.com.proxy.bidig.areandina.edu.co.

Beiser, A. (2012). Física Atómica. Accessengineeringlibrary.com.proxy.bidig.areandina.edu.co.

Castro, R. (2014). Seismicity in the Basin and Range Province of Sonora, México, between 2003 and 2011, near the Rupture of the 3 May 1887 Mw 7.5 Earthquake. Ac.els-cdn.com.

Christiansen, D., Alexander, C., & Jurgen, R. (2012). Antenas y Propagación de la onda. Accessengineeringlibrary.com.proxy.bidig.areandina.edu.co.

Day, R. (2011). SITIO DE INVESTIGACIÓN ingeniería sísmica GEOTÉCNICO. Accessengineeringlibrary.com.proxy.bidig.areandina.edu.co.

Day, R. (2012). Ingeniería sísmica GEOTÉCNICO. Accessengineeringlibrary.com.proxy.bidig.areandina.edu.co.

Díaz, j., guarín, m. and Jiménez, j. (2012). ANALISIS Y DISEÑO DE LA OPERACION DE PERFORACION Y VOLADURAS EN MINERIA DE SUPERFICIE EMPLEANDO EL ENFOQUE DE LA PROGRAMACION ESTRUCTURADA. [Online] Search.proquest.com.proxy.bidig.areandina.edu.co.

Edminister, J. & Nahvi, M. (2012). Ondas electromagnéticas. Accessengineeringlibrary.com.proxy.bidig.areandina.edu.co.

Fabrizio, G. (2010). La interferencia de ondas-Modelo. Accessengineeringlibrary.com.proxy.bidig.areandina.edu.co.

Franchetti, M. (2012). Aplicaciones de minería. Accessengineeringlibrary.com.proxy.bidig.areandina.edu.co.

G miró, a., k, a., l, c., & sm, r. (2008). Aplicaciones en la investigación ionosférica de datos procedentes de sondeos de incidencia vertical y receptores GPS. Search.proquest.com.proxy.bidig.areandina.edu.co.

- Gerardo Alguacil, D., Francisco Vidal, S., Daniel, S., Flor de Lis Mancilla, P., José Ángel, C., & Manuel Navarro, B. (2012). Parámetros de la fuente y del movimiento del suelo del terremoto de Lorca de 2011/Source and ground-motion parameters of the 2011 Lorca earthquake. *Search.proquest.com.proxy.bidig.areandina.edu.co*.
- Goswami, I. (2011). Los temas sísmicos en Ingeniería Geotécnica. *Accessengineeringlibrary.com.proxy.bidig.areandina.edu.co*.
- Goswami, I. (2012). Los temas sísmicos en Ingeniería Geotécnica. *Accessengineeringlibrary.com.proxy.bidig.areandina.edu.co*.
- Gupta, P. & Trusko, B. (2012). Innovación financiera. *Accessengineeringlibrary.com.proxy.bidig.areandina.edu.co*.
- Julián, C., William, A., & Fabián, E. (2012). Evaluación de los costos de construcción de sistemas estructurales para viviendas de baja altura y de interés social. *Ingeniería, Investigación Y Tecnología*, 16(4), 479-490.
- Julio, M. & Juan, R. (2006). Sismicidad, sismotectónica y evolución geodinámica de la Península Ibérica. *Search.proquest.com.proxy.bidig.areandina.edu.co*.
- Khandpur, D. (2012). Sistemas de imágenes ultrasónicas. *Accessengineeringlibrary.com.proxy.bidig.areandina.edu.co*.
- L, T., I, J., & , F. (2011). Estructura profunda del Zagros y de la meseta de Irán: modelo geofísico y petrológico/Deep structure across the Zagros Mountains and the Iranian Plateau. An integrated geophysical and petrological approach. *Search.proquest.com.proxy.bidig.areandina.edu.co*.
- Martín Blas, T. & Errano Fernández, A. (2014). Movimiento ondulatorio. Ondas sonoras: aplicaciones. *Curso de física básica*.
- Mayra, C. & Sergio, C. (2014). Atenuación de huella de adquisición guiada por atributos sísmicos. *Ac.els-cdn.com*.
- Mohamed, A., El Ata, A., Azim, A. and Taha, M. (2013). Investigación de la velocidad de onda de corte de sitio específico para aplicaciones de ingeniería geotécnica utilizando refracción sísmica y análisis multicanal 2D de ondas superficiales. [online] *Sciencedirect.com.proxy.bidig.areandina.edu.co*.
- ORSINI, J. (2012). Lo que ocurrió en Japón?. *Accessengineeringlibrary.com.proxy.bidig.areandina.edu.co*.
- T. Ricketts, J., Loftin, M., & Merritt, F. (2012). INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN. *Accessengineeringlibrary.com.proxy.bidig.areandina.edu.co*.
- Valdiya, K. (2012). Conservación de Recursos Minerales y Impactos de la Minería. *Accessengineeringlibrary.com.proxy.bidig.areandina.edu.co*.
- Valdiya, K. (2012). Geotecnia de Túneles. *Accessengineeringlibrary.com.proxy.bidig.areandina.edu.co*.
- Villalobos, C., Bravo, M., Ovalle, E., & Foppiano, A. (2014). Características de la ionosfera antes del terremoto más grande registrado en la historia. *Ac.els-cdn.com*.
- Weight, W. (2012). Geofísica básicos del subsuelo poco profundo. *Accessengineeringlibrary.com.proxy.bidig.areandina.edu.co*.
- Zheng, F., Shao, L., Racic, V. and Brownjohn, J. (2014). La medición de las vibraciones inducidas por el hombre de estructuras de ingeniería civil a través del seguimiento de movimiento basado en la visión. [online] *Sciencedirect.com.proxy.bidig.areandina.edu.co*.