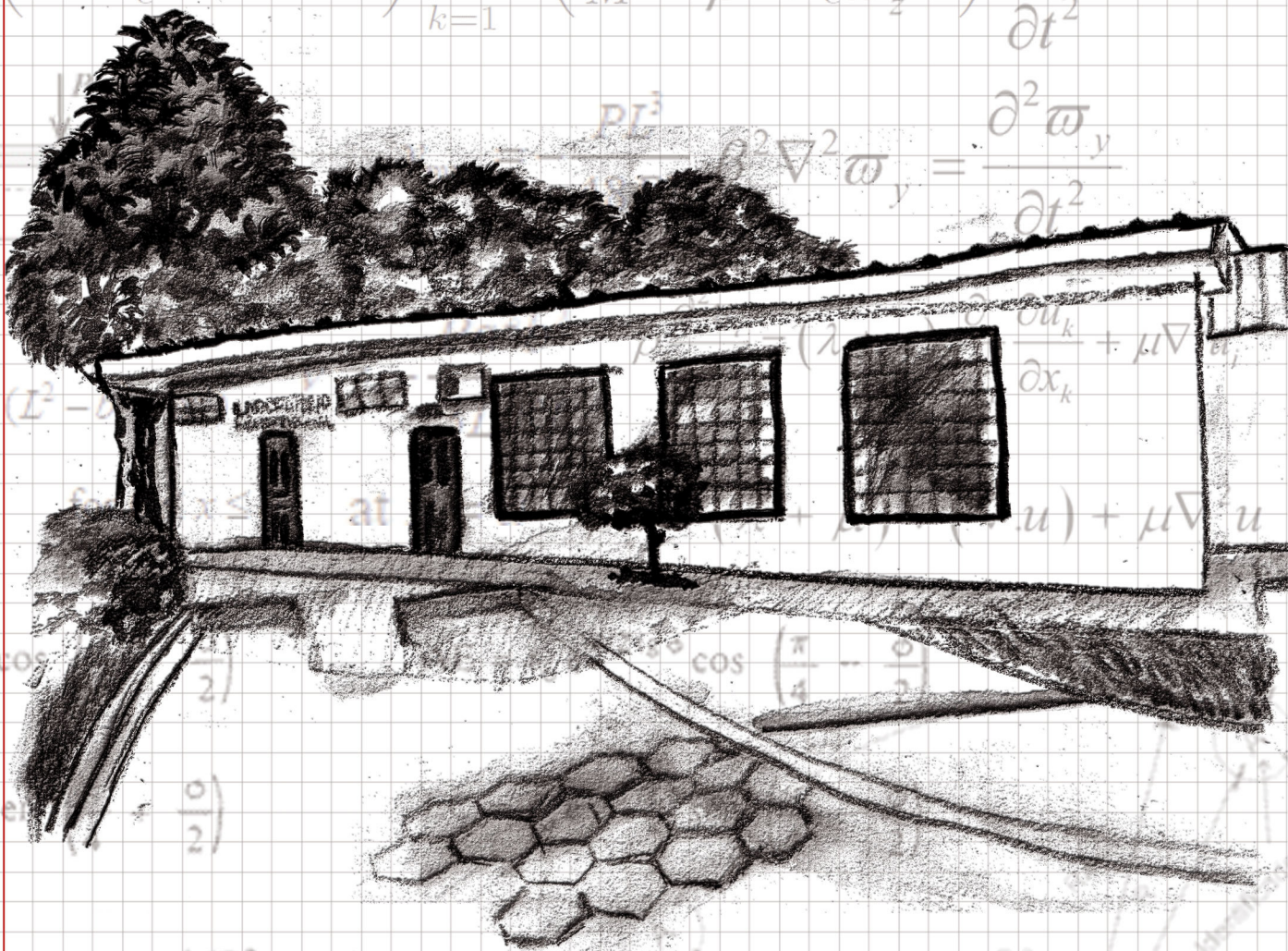


Revista Técnica Científica

INGENIERIA CIVIL

Serie Cuaderno del Laboratorio



Publicación Periódica Trimestral

SANTA CRUZ DE LA SIERRA - BOLIVIA, Año 1, Nro. 2, Noviembre 2017

Editorial

Estimado amigo lector:

En este número tratamos de reflejar los avances que se han realizado a partir de un intenso trabajo a través de los laboratorios, como mejoras infraestructurales y extensiones académicas.

Se cuenta a la fecha con el 90% de los equipos en funcionamiento y con el personal que se ha requerido, capacitándose y con buenos resultados.

Se ha participado en la ciudad de Cochabamba junto a otras universidades del país del 2º Taller Nacional de Mecánica de Suelos.- Tema: Ensayo de Penetración Estándar o SPT. Que es un tipo de penetración dinámica empleada para ensayar terrenos en los que se quiere realizar un reconocimiento geotécnico, lo cual sirvió para evaluar y comparar resultados obtenidos con el equipo SPT de nuestro laboratorio y de otros Departamentos del país.

El esfuerzo de producción de esta revista es hacer llegar a todos los Ingenieros Civiles, empresarios, estudiantes, técnicos de la construcción y la sociedad en su conjunto, las actividades que se realizan desde la Carrera de Ingeniería civil de la U.A.G.R.M.

Esperamos que esta segunda edición de la Serie Cuadernos del laboratorio de Ingeniería Civil, ayude de alguna manera a la mejora continua y actualización de toda la comunidad involucrada directa o indirectamente con el ejercicio de la Ingeniería Civil y de la Construcción.

MSc. Ing. Eduardo Gutiérrez Klinsky
Jefe de Laboratorio

MSc. Ing. Napoleon Aguilera Sánchez
Jefe de Carrera Ingeniería Civil



UNIVERSIDAD AUTONOMA GABRIEL RENE MORENO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO

STAFF

MSc. Saul Rosas Ferrufino	RECTOR
MSc. Abog. Oswaldo Ulloa Peña	VICERECTOR
MSc. Vismark Gonzalo Rojas	DECANO
MSc. Orlando Pedraza Mérida	VICE DECANO
MSc. Napoleón Aguilera Sánchez	DIRECTOR Carrera Ingeniería Civil
MSc. Ing. Eduardo Gutiérrez Klinsky	JEFE DE LABORATORIO Carrera Ingeniería Civil

COMITÉ EDITORIAL

MSc. Ing. Napoleón Aguilera Sánchez	Director Carrera Ingeniería Civil
MSc. Ing. Eduardo Gutiérrez Klinsky	Jefe de Laboratorios
Ing. Silvestre Lazo	Jefe Laboratorio Hidraulica
Dr. Jonathan Guarachi	Consultor de Investigación

COORDINACIÓN TÉCNICA

MSc. Marianella González Rojas	Coordinación Técnica - Cuadernos de Laboratorio
--------------------------------	---

“Las opiniones vertidas en los artículos no reflejan necesariamente el pensamiento académico del Laboratorio de la Carrera de Ing. Civil, siendo de exclusiva responsabilidad de sus autores.”

S U M A R I O

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIOS

	Página	
Asfalto Modificados por Polímeros Prof. D.Sc. Luis Miguel Gutierrez Klinsky	6	
Calentamiento Global sobre el Planeta Tierra Porf. Ph.D. Msc. Gustavo A. Coimbra Gutierrez	10	
Construcción de Viviendas Ecológicas Estructuradas MicroEstructuradas con Ladrillos de Suelos Lateriticos Arcillosos y Cemento Portland Ing. Miguel Angel Herrera Westerman	12	
Ensayo de Tracción Indirecta en el Hormigon Comp. Ing. Karla Gambarte Leaños	19	
Ensayo de Penetración Estandar SPT Segundo Taller Nacional de Laboratorios de Mecanica de Suelos Cochabamba - BOLIVIA MSc. Jorge A. Mendez Garcia y Tec. Sup. Wilson Morales F.	24	

NOSOTROS LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL

Estadística de trabajos ingresados al laboratorio de ingeniería civil Gestion i/2017	30	
Planilla de Costos	31	
Utalab	34	
Organigrama	35	

Asfaltos Modificados por Polímeros

Prof. D.Sc. Luis Miguel Gutiérrez Klinsky

RESUMEN ABSTRACTS

Una manera de obtener un asfalto polímero de buena calidad es la incorporación de polímeros por mezcla mecánica o por reacción química, diversos estudios se han basado en la incorporación de polímeros plastoméricos.

El empleo de estos polímeros mostró mejorías en la calidad del asfalto y genero las siguientes observaciones, entre ellas obtención de un material menos rígido que resista mejor a la fisuración en temperaturas bajas; Un material más rígido que resista mejor el ahuellamiento en temperaturas elevadas.

Se pueden adicionar polímeros al asfalto y dependen de la calidad, tanto del asfalto como del polímero utilizado, y de los parámetros que desean ser alcanzados con la modificación; los polímeros, pueden ser adicionados en tres niveles:

- a) contenido bajo de polímero,
- b) Contenido de medio de polímero,
- c) contenido alto de polímero.

Los asfaltos modificados por polímeros con azufre, muestran mejorías relacionadas a la estabilidad en el almacenamiento en las plantas de asfalto. Las principales aplicaciones de los asfaltos modificados por polímero ocurren en proyectos carreteros que tratan como mejorar la susceptibilidad térmica, optimizar la adhesividad del asfalto con el agregado, entre otras.

One way to obtain a good quality asphalt polymer is the incorporation of polymers by mechanical mixing or by chemical reaction.-Several studies have been based on the incorporation of polymers plastoméricos.

the use of these polymers showed improvements in the quality of the asphalt and generated the following observations, among them obtaining a less rigid material that better resist the cracking at low temperatures, a rigid material that better withstands high temperatures.

Polymers can be added to the asphalt and depend on the quality of both the asphalt and the polymer used and the parameters that wish to be reached with the modification; the polymers can be added at three levels,

- a) low polymer content,
- b) medium polymer content,
- c) high polymer content.

Modified asphalts show improvements by polymer with asphalt, show improvements related to storage stability in the asphalt plants. The main applications of polymer modified asphalts occur in road projects that tend to improve thermal susceptibility and also the adhesiveness of asphalt with aggregate, among others.

PALABRAS CLAVES KEY WORDS

ASFALTO / ADHESIVIDAD DEL ASFALTO / ASFALTO MATERIALES BITUMINOSOS / CONSTRUCCION DE CARRETERAS / MATERIALES PARA CARRETERAS / POLIMEROS / POLIMEROS CON ASUFRE / POLIMEROS PLASTOMERICOS / PROYECTOS CARRETEROS / QUIMICA DE LOS POLIMEROS

POLYMERS / ASPHALT POLYMERS / SULPHUR POLYMERS / QUEMISTRY POLYMERS / ASPHALT MATERIAL BITUMINOUS / PETROLEUM PRODUCTS / ROAD CONSTRUCTION / ASPHALT / ADHESIVE GLUES / QUEMICAL OF THE POLYMERS / ROAD MATERIALS

- Es investigador del Centro de Pesquisas Rodoviárias del Grupo CCR en Brasil.
- Es Profesor de la Universidad Paulista (UNIP) y del Instituto de Pós-Graduação (IPOG).
- Contribuye en orientaciones de Pós-Graduação en el Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) y en la UAGRM.
- Participa como invitado de la Comisión de Asfalto, del Instituto Brasileiro de Petróleo.



El asfalto es uno de los materiales más antiguos con aplicación en la ingeniería, con función adhesiva, sellante, impermeabilizante y como ligante en carreteras. En tiempos remotos, el asfalto era obtenido en ciertas regiones del mundo donde afloraba en la superficie, como es el caso del Lago de Trinidad y Tobago y en California, Estados Unidos. A comienzos del Siglo XX, el asfalto fue producido por primera vez como resultado de la destilación de petróleo en Estados Unidos, y desde ese entonces su consumo en el mundo se ha incrementado rápidamente, sobrepasando las 100 millones de toneladas por año.

La composición química del asfalto es bastante compleja y variable, y su calidad está directamente relacionada al origen del petróleo y a las técnicas de refinamiento utilizadas para su obtención. En otras palabras, el uso de un “buen petróleo” puede originar un “buen asfalto”. Sin embargo, las fuentes para obtener un “buen petróleo” son limitadas, principalmente debido a la creciente demanda.

Esta situación, aliada al incremento del tráfico, del peso de las cargas y de actividades de mantenimiento insuficientes, demandan cada vez más asfaltos de mejor calidad. En ese sentido, muchas investigaciones han sido realizadas en las últimas décadas en busca de modificar el asfalto para obtener un material que atienda a las demandas cada vez más rigurosas.

Una forma de obtener un asfalto polímero de mejor calidad es la incorporación de polímeros por mezcla mecánica o por reacción química. Diversos estudios se han basado en analizar la incorporación de polímeros plastoméricos (Polipropileno [PP], etileno-vinil acetato [EVA], etileno-butil acrilato [EBA], etileno-metacrilato [EMA]) y termoplásticos elastoméricos (estireno-butadieno-estireno [SBS], estireno-isopreno-estireno [SIS], estireno-etileno/butileno-estireno [SEBS]), a pesar de que ninguno de estos fue inicialmente idealizado para su empleo en asfaltos. No obstante, el empleo de estos polímeros mostró mejorías en la calidad del asfalto, que generó las siguientes observaciones:

- Obtención de un material menos rígido que resista mejor a la fisuración en temperaturas bajas;
- Un material más rígido que resista mejor al ahuellamiento en temperaturas elevadas;
- Incremento de la estabilidad y la resistencia de mezclas asfálticas;
- Mejoría de la resistencia al desgaste y abrasión de revestimientos asfálticos;

- Aumento de la vida de fatiga de los pavimentos asfálticos;
- Reducción la oxidación del asfalto;
- Disminución de los costos en el ciclo de vida de un pavimento.

Los polímeros pueden ser adicionados al asfalto de dos maneras básicamente:

1. Adición de polímero en forma de látex, que es relativamente simple;
2. Adición de polímeros sólidos, que requiere una mezcla vigorosa con aplicación de fuerzas cortantes para causar una buena dispersión de los polímeros, principalmente para el SBS.

Las cantidades de polímeros adicionados al asfalto dependen de la calidad, tanto del asfalto como del polímero utilizado, y de los parámetros que desean ser alcanzados con la modificación. De forma general, los polímeros pueden ser adicionados en tres niveles:

1. Contenido bajo de polímero: en este caso es utilizado menos de 4% de polímero y, de esa forma, el asfalto sigue siendo la fase continua del material. La fase polímeros es dispersada en la matriz asfáltica, de forma que el poder cohesivo y la elasticidad del asfalto son mejoradas. En temperaturas superiores a 60°C, la rigidez es mayor que la del asfalto de origen. En temperaturas bajas, la rigidez es menor, originando un material menos quebradizo.
2. Contenido medio de polímero: aquí se consideran valores aproximados de 5% de polímeros, consiguiendo un material de dos fases continuas e intertravadas. Estos sistemas son generalmente difíciles de controlar, y tienen muchos problemas de estabilidad.
3. Contenido alto de polímero: generalmente más de 7% de polímero, bien seleccionado para el tipo de asfalto adecuado. Con esta cantidad de polímero se obtiene un material cuya fase principal en el sistema es la polimérica, y el asfalto pasa a ser un agente dispersor, por la contribución de su fase aceitosa.

Esta incorporación del polímero en el asfalto, por una dispersión física, puede estar acompañada de algún aditivo para auxiliar y producir una reacción química entre el asfalto y el polímero, de modo a obtener un material más estable. El azufre ha sido usualmente utilizado con este fin, siendo adicionado de varias formas:

- En el asfalto puro, antes de la adición del polímero;

		High Temperature, °C				
		52	58	64	70	76
Low Temperature, °C	-16	52-16	58-16	64-16	70-16	76-16
	-22	52-22	58-22	64-22	70-22	76-22
	-28	52-28	58-28	64-28	70-28	76-28
	-34	52-34	58-34	64-34	70-34	76-34
	-40	52-40	58-40	64-40	70-40	76-40

= Crude Oil
 = High Quality Crude Oil
 = Modifier Required

Figura 1: Previsión de PG para diferentes petróleos y composiciones.
FUENTE: www.pavementinteractive.com

- En el polímero, antes de su incorporación en el asfalto;
- En la mezcla ya realizada entre el asfalto y el polímero;
- Como una nata diluida en aceites.

Los asfaltos modificados por polímeros con azufre, muestran mejoras relacionadas a la estabilidad en el almacenamiento en las plantas de asfalto. Además, el empleo de este aditivo promueve la reticulación entre el asfalto y el polímero. Dependiendo del polímero y del asfalto, el ácido polifosfórico también es una alternativa que ha ganado mucho espacio en la última década.

Tradicionalmente el asfalto modificado por polímero ha sido clasificado utilizando especificaciones que se basan en las alteraciones de las características físicas y mecánicas del asfalto modificado. Por ejemplo, los parámetros empíricos de punto de ablandamiento y la recuperación elástica son utilizadas en Brasil. Así pues, un asfalto 60/85E, en ese país, indica un asfalto modificado por polímero elastomérico con punto de ablandamiento mínimo de 60C y recuperación elástica mínima de 85%. Sin embargo, es prudente aquí indicar que, el empleo de material más sofisticados, demanda también el empleo de técnicas más avanzadas para su análisis de desempeño y control de calidad.

En los Estados Unidos, la metodología SUPERPAVE (Superior Performing Asphalt Pavements), comenzó a ser empleada en el final de la década de 1990. En esta especificación, los asfaltos son identificados por dos números que indican la temperatura máxima y temperatura mínima en que presentan determinadas propiedades, establecidas como grado de desempeño (Performance Grade - PG). Por ejemplo, en un PG 76-22, el primer número Tmax20mm es la temperatura de campo, a 20mm de profundidad del revestimiento, más alta durante los

siete días consecutivos más calientes del año y el segundo número, Tmin, incluyendo el signo negativo, corresponde a la mínima temperatura que actúa el mismo punto del pavimento en el día más frío del año. Este tipo de especificación es más apropiada para diferenciar los asfaltos comunes de los asfaltos modificados, auxiliada por ensayos que continúan siendo desarrollados para mejor entendimiento de las características de estos materiales. La Figura 1, por ejemplo, muestra los PG regularmente obtenidos, en función del tipo de petróleo y de la modificación de los asfaltos.

Las principales aplicaciones de los asfaltos modificados por polímero ocurren en proyectos carreteros que demandan algunas de las bondades citadas anteriormente, como mejorar la susceptibilidad térmica, mejorar la adhesividad del asfalto con el agregado, entre otras.

Usualmente estos asfaltos son empleados en los revestimientos más superficiales y delgados de carreteras envejecidas, pero con buenas características estructurales y sin fisuración excesiva. También han sido bastante utilizados en proyectos de carreteras nuevas, que utilizan métodos de dimensionamiento más avanzados, basados en las respuestas mecánicas de los materiales empleados.

Como cualquier material de la ingeniería, el empleo de los asfaltos modificados por polímero demanda ciertos cuidados especiales, y su uso inapropiado puede causar serios problemas en la construcción de pavimentos o en la rehabilitación de carreteras. Es importante recordar que el empleo del asfalto modificado por polímero no es la solución a todos los problemas en una obra, por lo que estudios previos deben ser desarrollados con estos asfaltos en combinación con los agregados minerales que serán empleados en determinada región.

Uno de los principales problemas relatados y observados en las plantas asfálticas es la separación de fase que ocurre en los asfaltos modificados por polímeros. Usualmente, el almacenamiento de este material durante períodos largos, a temperaturas elevadas, tiende a separar el polímero del asfalto, llevándolo a la superficie por su menor densidad. La agitación y la recirculación en los tanques de asfalto puede mitigar este problema, pero no siempre puede resolverlo.

También es importante notar que los asfaltos modificados por polímero tienen una viscosidad que puede ser más de diez veces la viscosidad de un asfalto común. Por lo tanto, son necesarias temperaturas más elevadas para su producción en la planta asfáltica y durante su compactación en la obra. Estas temperaturas de trabajo, usualmente son informadas bajo responsabilidad del fabricante de este material.

El control de calidad en el recibimiento de estos materiales en la planta asfáltica es fundamental, sea por ensayos empíricos o por ensayos más avanzados (preferencialmente). Este control garantiza que el asfalto modificado por polímero atienda las especificaciones del proyecto, y el resultado de desempeño a lo largo del tiempo sea el esperado.

Considerando estos cuidados y las innumerables obras realizadas alrededor del mundo utilizando los asfaltos modificados por polímero, puede afirmarse que el empleo de estos materiales pueden mejorar el desempeño general de una carretera, aumentando principalmente su durabilidad y generando economía en su ciclo de vida.

Bibliografía

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G. DA; CERTATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. (2008). Pavimentação asfáltica. Livro. PETROBRAS: ABEDA. Rio de Janeiro, RJ.

DNER EM 396/99 – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Cimento asfáltico modificado por polímero. Especificação de Material. Rio de Janeiro, RJ.

NEGRÃO, D. P. (2007). Estudo de asfaltos modificados por polímeros do tipo RET para aplicações em pavimentos. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP.

<http://www.dupont.com>. Acesso em 14/09/2017.

<http://www.astecinc.com>. Acesso em 14/09/2017.

Calentamiento Global Sobre el Planeta Tierra

Prof. Ph.D MSc. Ing. Gustavo A. Coimbra Gutiérrez

RESUMEN ABSTRACTS

El presente artículo plantea los aspectos generales del calentamiento global, fenómeno que hace referencia al aumento de la Temperatura de los sistemas climáticos de la tierra, sus efectos no están solamente reflejados en el clima, sino también en los ecosistemas del planeta.

El efecto invernadero es provocado por la emisión del dióxido de carbono, es la causa más importante del cambio climático, es decir un aumento de la temperatura a nivel global.

La subida de la temperatura de la atmósfera que se produce como resultado de la concentración en la atmósfera de gases, "si se mantiene la concentración atmosférica de los principales gases responsables del efecto invernadero, la temperatura media de la Tierra habrá ascendido 1,3 °C en el 2020 y 3 °C en el 2070".

Es un fenómeno que enfrenta a la humanidad al cual se le debe dar una pronta solución en pro de la conservación de la humanidad

The present article raises the general aspects of global warming phenomenon that refers the increase in the temperature climate systems, its effects are not only reflected in the climate, but also in the ecosystems of the planet.

The greenhouse effect is caused by the emission of carbon dioxide; it is the most important cause of climate change, that is an increase in global temperature. If the atmospheric concentration of the main gases responsible for the greenhouse effect is maintained.

The rise in the temperature of the atmosphere that occurs as a result of the concentration in the atmosphere of gases, if the atmospheric concentration of the main gases responsible for the greenhouse effect is maintained the average temperature of the earth will have risen 1.3 °C in 2020 and 3° in 2070.

It is a phenomenon that confronts humanity, which must be given a prompt solution in favor of its preservation.

PALABRAS CLAVES KEY WORDS

CAMBIO CLIMATICO / SISTEMAS CLIMATICOS / ECOSISTEMAS / CALENTAMIENTO GLOBAL / EFECTO INVERNADERO / RADIACION SOLAR / CONTAMINACION AMBIENTAL / DIOXIDO DE CARBONO.

CLIMATE CHANGE / WEATHER SYSTEM / ECOSYSTEMS / GLOBAL WARMING / GREENHOUSE EFFECT / SOLAR RADIATION / POLLUTION ENVIRONMENTAL / CARBON DIOXIDE.

- Ing. Civil Máster en Ciencias - Mención Mecánica de Suelos
 - UPM - MOPT - CEDEX - ESPAÑA
 - Universidad Politécnica de Madrid
 - Ministerio de Obras Públicas y Transporte
 - Centro de Estudios y Experimentación
- Máster en Ciencias - Mención Dirección - Universidad de la Habana Cuba
- Máster en Ciencias - Mención Finanzas - Universidad de la Habana Cuba
- Director UPFT-UAGRM - Unidad de Postgrado de la Facultad de Ciencias y Tecnología
- Director GADA-UAGRM - Dirección Acreditación y Gestión Académica



Cuando escuchamos hablar sobre el calentamiento global del planeta y producto de ello el famoso Cambio Climático, a muchos nos hace pensar y reflexionar sobre este fenómeno, pero que es el Calentamiento Global?, cuál es la causa que está generando que la temperatura media de la superficie de la Tierra aumente?, la respuesta la encontramos en el Calentamiento Global, es un fenómeno que hace referencia al aumento notable de la temperatura general de los Sistemas Climáticos de la Tierra y los efectos que esto conlleva, estos pueden ser por causas naturales o por la mano del ser humano, sus efectos no están solamente reflejados en el Clima, sino también se pueden apreciar en todos los Ecosistemas del Planeta, convirtiéndose actualmente en uno de los mayores problemas a nivel Mundial.

En los últimos 50 años han sido más evidentes los Cambios Climáticos, que se reflejan las anomalías en la Atmósfera y los fenómenos irregulares cada vez más frecuentes, (fuertes vientos, tormentas, lluvias, sequía en extremo, tormentas huracanadas, etc., fenómenos que se presentan en cualquier parte de la Superficie del Globo Terrestre.

El calentamiento ya no es una suposición, sino una preocupante realidad, para la cual se deben tomar acciones serias y responsables a nivel Global principalmente, por parte de los países altamente tecnificados y desarrollados. Pero a qué se debe este calentamiento global de nuestra casa mayor?, la respuesta la encontramos en el Efecto Invernadero, que se describe científicamente como un proceso de Cambio Térmico o aumento en la Temperatura en el Planeta, producida por el flujo de Radiación Solar a través de la Atmósfera Terrestre; generalmente al llegar a la tierra se libera cierta cantidad de energía que a su vez genera calor, posteriormente la radiación solar es reflejada por rebote dirigiéndose nuevamente a la Atmósfera y perdiéndose en el espacio infinito, esta maravilla

de la Creación Divina, mantiene la Temperatura promedio del Planeta, 57° F, gracias a ello existe vida sobre el Planeta, pero este equilibrio está cambiando, debido a la acumulación de distintos gases en la Atmósfera Terrestre, que están incrementando el efecto invernadero, alterando el proceso de entrada y salida de la Radiación Solar y como consecuencia, una subida de la temperatura en la superficie de la tierra.

Estos gases que por sus propiedades químicas, retienen un alto porcentaje de la radiación solar, que se resumen en (Dióxido de Carbono CO₂, CH₄ METANO, CFC CLOROFLUOCARBONOS, O₃ OZONO NOX, OXIDO NITROSOS, H₂O, VAPOR DE AGUA), gases que existen naturalmente en la Atmósfera Terrestre, como resultado de diversos procesos químicos, pero en los últimos 50 años debido a la actividad Humana, estos gases se han incrementado considerablemente, lo que conlleva al aumento de la Temperatura de la Atmósfera Terrestre Como consecuencia del exceso de Industrialización, la Actividad Agropecuaria, los Desechos Orgánicos en Descomposición, la Deforestación, el Crecimiento de las Ciudades, Actividad Antrópica que depende del uso de energía de origen fósil (Petróleo).

El impacto del Calentamiento Global, ya lo podemos sentir en nuestro país (Bolivia) y en el mundo en general, que se manifiesta en lo que se conoce como Cambio Climático, que se describe como un conjunto de grandes y rápidas perturbaciones, provocadas en el Clima por el aumento de la Temperatura de la Tierra, convirtiéndose en el problema Ambiental más importante que enfrenta la Humanidad, para lo cual deberán a nivel Global, darle una solución inteligente, garantizando la Sostenibilidad de la vida sobre el Planeta Tierra, cabe indicar que Bolivia contamina con gases de Efecto Invernadero con el 1%, pero como respuesta está siendo afectado con el 90% del Cambio Climático.

Bibliografía

Efecto Invernadero
<http://www.astromia.com/astrologia/invernefecto.htm>

Calentamiento Global
<https://www.youtube.com/watch?v=IHQ-vLLPo4g>

Construcción de Viviendas Ecológicas Estructuradas MicroEstructurales con Ladrillos de Suelos Lateríticos Arcillosos y Cemento Portland

Ing. Miguel Angel Herrera Westermann

RESUMEN ABSTRACTS

El derecho humano a una vivienda adecuada derecho a vivir en seguridad paz y dignidad en algún lugar, significa seguridad, iluminación y ventilación adecuada y servicios básicos, a un costo razonable, habitabilidad en el sentido de poder ofrecer espacio adecuado a sus ocupantes y de protegerlos de las inclemencias del tiempo amenazando la seguridad física para los vivientes.

Se presenta la siguiente solución, la construcción de CASAS ECOLOGICAS o Micro estructurales, fabricadas con "ladrillos ecológicos", dichos ladrillos tienen una confección especial con hoyos, que permiten tener diferentes utilidades, por ejemplo la ventilación.

Ventajas en el uso de estos ladrillos

- Circulación y renovación de aire fresco
- La ejecución de estos ladrillos son aprensados por una máquina y no precisan cocción
- La forma de estos ladrillos con hoyos verticales da facilidad para colocación de diferentes ductos, sin tener que hacer calados.-
- No se precisa mano de obra calificada para la fabricación de los ladrillos de suelo- cemento, pero si es importante capacitar a dicho personal para la dosificación del material.

The human right to adequate housing, the right to live in security, peace, and ventilation, adequate lighting and ventilation, and basic services, at a reasonable cost, habitability in the sense of being able to offer adequate space to its occupants and of protecting them from inclement weather threatening physical security for the living.

The following solution is presented, the construction of CASAS ECOLOGICAS o Micro structures, manufactured with "ECOLOGICAL BRICKS", such bricks have a special confection with HOYOS, which allow having different utilities, for example ventilation. The advantages in the use of these bricks:

- Circulation and renewal of fresh air
- The execution of these bricks are squeezed by a machine and do not require cooking.
- The shape of these bricks with vertical holes gives ease for the placement of different pipelines, without having to make drafts.
- no skilled labor is required for the manufacture of cement floor bricks, but if it is important, it will train said personnel for the dosage of the material

PALABRAS CLAVES KEY WORDS

DESARROLLO COMUNITARIO / CONSTRUCCION DE VIVIENDAS / ASENTAMIENTO HUMANO / DERECHO A LA VIVIENDA / HUMEDAD INTRAMUROS / CASAS ECOLOGICAS / DISEÑO DE VIVIENDA / LADRILLOS ECOLOGICOS / VIVIENDA SOCIAL

HOUSING SHELTERS / STRUCTURAL ENGINEERING / NEED FOR HOUSING / QUALITY OF LIFE / SETTLEMENT PATTERNS / ECOLOGICAL / RIGHT TO HOUSING / ECONOMIC AND SOCIAL DEVELOPMENT / ECOLOGICAL BRICKS

Miguel A. Herrera

Licenciatura en Ingeniería Civil por la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno.

- Diplomado en Construcciones de Obras Civiles, Sociedad de Ingenieros y la Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra -UPSA, 2002.
- Diplomado en Educación Superior, Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra - UPSA, 2006.
- Asistencia Simposio Internacional de Ingeniería de Carreteras de Bajo Volúmen de Tráfico, Río de Janeiro – Brasil.
- Curso Modelo S.A.M. (Sistema de Administración del Mantenimiento de carreteras) implementado en Bolivia por el Banco Mundial.



Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales
(E/1992/23)

Sexto período de sesiones (1991)*
OBSERVACIÓN GENERAL Nº 4



El derecho a una vivienda adecuada

(párrafo 1 del artículo 11 del Pacto)

Nro 1. De conformidad con el párrafo 1 del artículo 11 del Pacto, los Estados Partes “reconocen el derecho de toda persona a un nivel de vida adecuado para sí y su familia, incluso alimentación, vestido y vivienda adecuados, y a una mejora continua de las condiciones de existencia”. Reconocido de este modo, el derecho humano a una vivienda adecuada tiene una importancia fundamental para el disfrute de todos los derechos económicos, sociales y culturales. [*]

Las Naciones Unidas calculan que hay más de 100 millones de personas sin hogar y más de 1.000 millones alojadas en viviendas inadecuadas en todo el mundo⁴. No existe indicación de que estén disminuyendo esas cifras. Parece evidente que ningún Estado Parte está libre de problemas importantes de una clase u otra en relación con el derecho a la vivienda.

Nro 7. En opinión del Comité, el derecho a la vivienda no se debe interpretar en un sentido estricto o restrictivo que lo equipare, por ejemplo, con el cobijo que resulta del mero hecho de tener un tejado por encima de la cabeza o lo considere exclusivamente como una comodidad. Debe considerarse más bien como el derecho a vivir en seguridad, paz y dignidad en alguna parte. Y así debe ser por lo menos por dos razones. En primer lugar, el derecho a la vivienda está vinculado por entero a otros derechos humanos y a los principios fundamentales que sirven de premisas al Pacto. Así pues, “la dignidad inherente a la persona humana”, de la que se dice que se derivan los derechos del Pacto, exige que el término “vivienda” se interprete en un sentido que tenga en cuenta otras diversas consideraciones, y principalmente que el derecho a la vivienda se debe garantizar a todos, sean cuales fueren sus ingresos o su acceso a recursos económicos. En segundo lugar, la referencia que figura en el párrafo 1 del artículo 11 no se debe entender en sentido de vivienda a secas, sino de vivienda adecuada. Como han reconocido la Comisión de Asentamientos Humanos y la Estrategia Mundial de Vivienda hasta el Año 2000 en su párrafo 5: “el concepto de “vivienda adecuada”... significa disponer de un lugar donde poderse aislar si se desea, espacio adecuado, seguridad adecuada, iluminación y ventilación adecuadas, una infraestructura básica adecuada y una situación adecuada en relación con el trabajo y los servicios básicos, todo ello a un costo razonable”. [*]

8 d) Habitabilidad. Una vivienda adecuada debe ser habitable, en sentido de poder ofrecer espacio adecuado a sus ocupantes y de protegerlos del frío, la humedad, el calor, la lluvia, el viento u otras amenazas para la salud, de riesgos estructurales y de vectores de enfermedad. Debe garantizar también la seguridad física de los ocupantes. El Comité exhorta a los Es-

tados Partes a que apliquen ampliamente los Principios de Higiene de la Vivienda⁵ preparados por la OMS, que consideran la vivienda como el factor ambiental que con más frecuencia está relacionado con las condiciones que favorecen las enfermedades en los análisis epidemiológicos; dicho de otro modo, que una vivienda y unas condiciones de vida inadecuadas y deficientes se asocian invariablemente a tasas de mortalidad y morbilidad más elevadas. [*]

El agua es fuente de vida. Es indiscutible que la naturaleza, los animales, las plantas... todo necesita del agua para continuar con su ciclo vital. Escuchamos a menudo la importancia de hidratarse bien, tanto por dentro como por fuera, y todos conocemos bien los problemas que puede acarrear la falta de agua, tanto en la naturaleza como en los seres vivos: sequía, deshidratación...

Pues bien, hoy en este artículo vamos a hablar justamente de lo contrario: los problemas de salud que puede acarrear el exceso de humedad. Por ejemplo, ya sabemos que el exceso de agua puede anegar a un vegetal, causándole incluso la muerte. Entonces, ¿qué consecuencias tiene el exceso de humedad en la salud humana?

Evidentemente, a lo largo de estas líneas vamos a referirnos en única instancia a la llamada humedad intramuros, es decir, el nivel de humedad que existe en el ambiente en nuestros espacios habitables, como pueden ser las diferentes estancias de nuestra casa y nuestra oficina o lugar de trabajo. ¡Nada que ver, por lo tanto, con el agua que ingerimos a lo largo del día!

Al igual que un bajo nivel de humedad en el ambiente puede causar efectos negativos en nuestra salud, un nivel de humedad de más de un 65% también puede ser perjudicial para el organismo. El problema no es tanto la humedad en sí misma como los microorganismos que se reproducen en superficies húmedas.

Cuando la humedad ambiental, es decir el vapor de agua que “flota” en el ambiente se condensa, se deposita agua en estado líquido en superficies como alfombras, paredes, techos... Si estamos hablando de superficies bien ventiladas y soleadas, el agua condensada volverá a evaporarse con el calor. Sin embargo, en estancias poco ventiladas y con alto nivel de humedad ambiental, las zonas umbrías de la habitación tenderán a estar permanentemente húmedas: el lugar ideal para la proliferación de ácaros y moho.

Ahora bien, aparte de lo antiestético que resulta ver una mancha de moho en la pared, el suelo o la puerta de un armario, lo peor de la proliferación de estos organismos son los efectos

* La numeración corresponde al documento original.

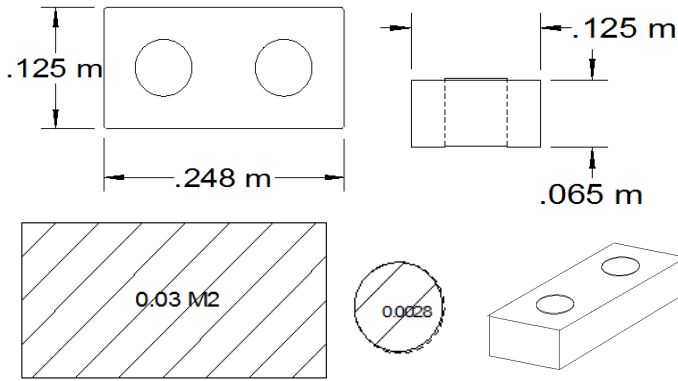


Figura 2. Medidas Ladrillos Ecologicos

negativos que estos ejercen en la salud. Los síntomas asociados al moho incluyen, al igual que con los ácaros, diferentes tipos de alergias respiratorias y síntomas asmáticos.

Por lo tanto, los problemas de humedad ambiental afectan especialmente a personas con ciertos tipos de enfermedades crónicas respiratorias, pero también a otros tipos de pacientes, como personas con reuma.

Datos Técnicos

La Construcción de Casas Ecológicas Micro-estructurales estarán ejecutadas con ladrillos ecológicos con las medidas indicadas en la Figura 2.

La ejecución de los ladrillos ecológicos son una mezcla de suelos lateríticos que en la clasificación M.C.T. corresponden al sector de los clasificados como LG, suelos finos lateríticos Areno-Arcillosos mezclados con cemento Portland en dosis convenientes, estos elementos tendrán una resistencia a compresión mientras su dosificación sea la más adecuada.

El encastre de los hoyos del tipo Macho-Hembra, Macho en la parte superior y Hembra en la inferior del cuerpo del ladrillo, le permite tener una estabilidad tal que posiblemente no precise de ningún tipo de argamasa para su asiento, dándole además un acabado superficial lateral de insuperables condiciones.

La ejecución del muro convencional de este tipo de elementos, se la hace de manera que exista una coincidencia perfecta en los hoyos de unos con los otros. (ver Figura 3).

Esta alineación perfecta vertical entre los hoyos del ladrillo nos permite crear una red de conductos de aire a lo alto del muro, emulando el radiador de un vehículo que refrigera, a aire, el agua del mismo; así mismo funciona este sistema que al contener aire circulando por los muros nos ofrecerá muchas ventajas de vivir en una vivienda Ecológica Micro-estructural y Estructurada.

La modulación de los ambientes de una vivienda estarán ajustadas a la estructuración del conjunto de ladrillos que formarían las tabiquerías interiores de la Casa, estas medidas de los ambientes interiores se podrán variar aprovechando la fabricación también de los medios ladrillos.

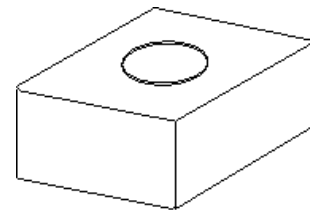


Figura 3. Modelo Ladrillo Ecológico.

El esquema del manejo de los ladrillos estará direccionado ó estructurado de esta forma para conseguir las divisiones de ambientes. (ver Figura 4).

De la manera que se lo coloque siempre contaremos con una hilera vertical de hoyos que me permitan tener diferentes utilidades, una de ellas es la ventilación que mencionamos anteriormente, otra de las utilidades que aprovechamos son los hoyos para que en forma vertical podamos fabricar una Micro-columna conformada por el hoyo y una barra de hierro corrugado de 6 mm colocada cada metro en muros de tabique rellena de mortero, en esquinas se colocarán tres hierros de 6 mm que definen las esquinas de la edificación de la misma ma-

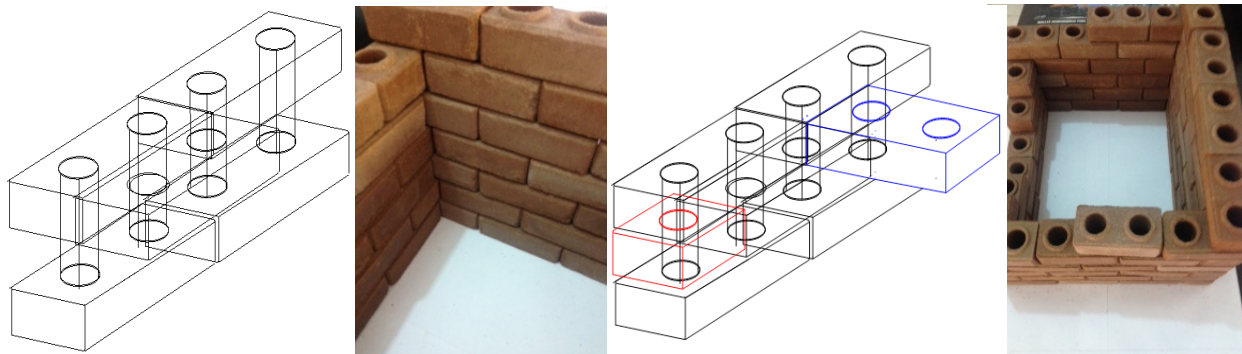


Figura 4. Modelo de Colocación de Ladrillos

dación de cualquier Edificio, convirtiendo la Obra ejecutada inclusive como una vivienda antisísmica. La facilidad que ofrece el contar con los hoyos verticales a lo alto de la tabiquería nos da gran facilidad para la colocación de los ductos Eléctricos, ductos Hidráulicos e inclusive Sanitarios, sin tener que hacer calados con herramientas circulares ocasionando serios ruidos de decibeles acentuados y contaminando el ambiente con polución auditiva. No se precisa Mano de Obra calificada para la fabricación de los ladrillos de suelo-cemento, un poco de instrucción en el manejo del equipo de compresión, en la dosificación del material básico y otros que tengan que ver con el andar de la fábrica y su producción diaria.

Es más, el ahorro en tiempo de ejecución, Mano de Obra, materiales de Apoyo y otros es significativo ya que este sistema estructurado nos permite cumplir cronogramas muy rígidos en cuanto a tiempo de ejecución.

Desventajas

La no preparación del personal de Mano de Obra para la fabricación y Dosificación del material del ladrillo, podría ofrecer algunos inconvenientes que se traduzcan en Bajar la producción, Falta de resistencia a la compresión y otros colaterales.



Figura 7. Constucción de Viviendas Sociales



Figura 8. Ladrillos Ecológicos

Bibliografía

- ARAUZ Ortega, HURTADO, Daniel, y GUARACHI, Jonathan. Mejoramiento de suelos arcillosos con arena, aplicado en subrasantes de paquetes estructurales de carreteras. Relacionado con el ensayo de corte directo. Trabajo de Monografía, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, julio 2017
- LOAYZA Quisbert, Bladimir; HURTADO, Daniel; GUARACHI, Jonathan. Estabilización de un suelo granular con emulsión asfáltica. Trabajo de Monografía, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, julio 2017.
- JIMENEZ Salas J., DE JUSTO Alpañez j., Corte directo de deformación controlada. Geotecnia y cimientos. 2 ed., s.ed., 1975
- MAYAGUEZ. Puerto Rico. Caracterización y evaluación del potencial expansivo de suelos arcillosos en Cabo Rojo, University of Puerto Rico, 2009.

Ensayo de Tracción Indirecta en el Hormigón

Comp. Ing. Karla Gambarte Leños

RESUMEN ABSTRACT

El ensayo de tracción indirecta es uno de los más sencillos de determinación de tracción del hormigón, su descubrimiento data de 74 años atrás. Consiste en la aplicación de esfuerzos de compresión a lo largo de la sección longitudinal ya sea de una probeta prismática (viga) o de una cilíndrica, considerando el esfuerzo de compresión igual al esfuerzo de tracción interna de la probeta. Se detallan los pasos del ensayo y en qué consiste, siendo su práctica en el laboratorio de Ingeniería Civil de la "Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno".

The indirect traction test is one of the simplest concrete traction determination, its discovery dates back 74 years ago. Consists of the application of compression efforts throughout the longitudinal section either of a prismatic problem (viga) or a cylindrical, considering the compressive stress equal to the effort equal to the interne tensile stress of the test tube. The steps of the essay are detailed and in what consists, doing his practices in the Civil Engineering laboratory of the Gabriel Rene Moreno Autonomous University

PALABRAS CLAVES KEY WORDS

PROPIEDADES DE TRACCION / PROPIEDADES MECANICAS / PROPIEDADES DE RUPTURA / PROPIEDADES FISICAS / FATIGA DE MATERIALES / DUREZA / ABRASION / GEOTECNIA

TRACTION PROPERTIES / MECHANICAL PROPERTIES / RUPTURE PROPERTIES / PHYSICAL PROPERTIES / FATIGUE OF MATERIALS / HARDNESS / ABRASION / GEOTECHNICS

- Egresada Carrera Ingeniería Civil, Univeridad Autónoma Gabriel René Moreno - UAGRM.
- Licenciada en Ingeniería Comercial, Universidad Tecnológica Privada de Santa Cruz - UTEPSA.
- 1º Congreo Internacional de Fundaciones Profundas, Univeridad Autónoma Gabriel René Moreno - UAGRM
- 1º Seminario Internacional de Fundaciones Profundas, Univeridad Autónoma Gabriel René Moreno - UAGRM
- Jornadas Empresariales, Tendencias y Sociales "JET'S", Universidad Tecnológica Privada de Santa Cruz - UTEPSA.



En los ensayos a tracción indirecta, a diferencia de los ensayos directos, la rotura de la probeta de hormigón se produce debido a la aplicación de una carga de compresión o flexotracción da lugar a una distribución de tensiones de tracción que acaban por fisurar la probeta.

Son ensayos mucho más sencillos que los directos y permiten una buena estimación del valor de la resistencia a tracción, por lo que son los más empleados para estos menesteres.

Este ensayo también es denominado "método brasileño", por sus inicios en ese país por Fernando Carneiro. El ensayo brasileño tiene el mismo punto de partida que los ensayos de plasticidad de Casagrande, la construcción de aeropuertos durante la Segunda Guerra Mundial. Para Casagrande el problema eran los campos de aterrizaje de tierra de las islas del Pacífico, para Carneiro los pavimentos de hormigón en Brasil, complicados de ensayar.

La inspiración existe, pero debe pillarte trabajando, y así es como pescó a Carneiro. En 1943, Rio de Janeiro se encontraba en plena remodelación urbanística, y como siempre pasa en estos casos, algunas cosas no encajaban en la nueva ordenación. Por ejemplo, la pequeña iglesia de San Pedro, de 1732,

que ahora estaba justo en medio de lo que debía ser la Avenida Presidente Vargas. Como dijo Don Quijote la noche que entró a tientas en El Toboso, "con la iglesia hemos dado, Sancho".

Trasladar una iglesia no es algo tan descabellado, ya se había hecho otras veces, así que encargaron el trabajo a una empresa especializada, Pilotes Franki. El problema es que estos traslados se realizan sobre rodillos de acero, y en tiempo de guerra (1943, en plena 2ª Guerra Mundial) toda la producción de acero estaba destinada a la industria bélica...no había acero, la cuestión era ¿podía hacerse sobre rodillos de hormigón de 60 cm de diámetro?

Los rodillos de acero se calculaban mediante la fórmula de Hertz, pero el hormigón no es igual que el acero, así que encargaron a Carneiro que lo verificara... y lo que Carneiro verificó es que los rodillos cargados a compresión se rompían a tracción a través de fisuras verticales, de ahí la acertada denominación de "tracción indirecta", sometidos a compresión, rompían a tracción.

Al final, entre el problema de los rodillos, el lamentable estado de la estructura, el elevado precio de la operación, el cachondeo generalizado (hasta una samba hicieron sobre el tema) y que Pilotes Franki tampoco se comprometía al 100% con el



Figura 9. La iglesia, en medio de la Avenida, fastidiando los planes... urbanísticos



Figura 10. Esto es lo que tenían pensado hacer, pero con rodillos de hormigón.

éxito de la operación, se decidió demoler la iglesia y zanjar el problema de raíz... pero Carneiro no se había olvidado de las probetas a tracción.

El planteamiento teórico puro del problema era conocido, era una variación del problema de carga lineal sobre un semiespacio elástico infinito, resuelto por Flamant en 1892 a partir de las ecuaciones de Boussinesq. Lo que había que comprobar era si el resultado era válido en la práctica, porque si, vale, las cargas "puntuales y lineales" se dibujan muy bien sobre el papel pero, a la hora de la verdad, la cosa se complica.

Los resultados no eran del todo exactos, pero era un ensayo fácil de realizar y con probetas de 15 cm de diámetro por 30 cm de longitud el error era tolerable, así que en septiembre de 1943 lo presentó en el 5º Congreso de la "Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)" (curiosamente, diez años más tarde se supo que sólo dos meses después se había presentado

en Japón -país enemigo en aquel momento- un procedimiento de ensayo muy parecido).

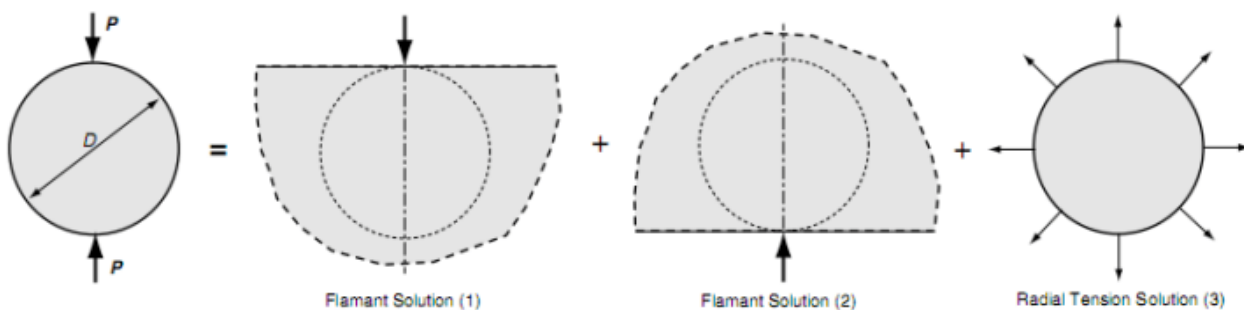
En 1947 el método se presentó formalmente en el "International Meeting of Materials Testing Laboratories" de París, donde ya empezaron a llamarlo "essai brésilien". Ese mismo año se fundaría la RILEM o "Réunion Internationale des Laboratoires et Experts des Matériaux, systèmes de construction et ouvrages", organismo que el propio Carneiro presidiría en 1979 (como curiosidad, decir que Eduardo Torroja fue uno de los fundadores y su cuarto presidente, en 1951). El ensayo fue admitido por la American Society for Testing Material (ASTM) en 1962, por la International Society for Rock Mechanics (ISRM) en 1978, y por la International Organization for Standardization (ISO) en 1980.

En España el ensayo tiene varias "versiones". Para hormigones la norma vigente es la UNE EN 12390-6:2001, en la que ya ha desaparecido el subtítulo de "ensayo brasileño" que todavía mantenía la derogada UNE 83-306-1985, para mecánica de rocas hay una UNE 22-950-90 y una NLT 253-91. En EEUU corresponde a la ASTM C496-11.

En lo que respecta a la geotecnia, en el campo de la mecánica de rocas el ensayo brasileño todavía tiene mucho que decir.

La solución real del problema tiene en cuenta las dimensiones de la zona de apoyo de la carga y no es lo que se dice intuitiva, precisamente, pero la solución teórica del problema con carga puntual no es tan complicada, simplemente hay que resolver el problema de Flamant dos veces, en tensión plana (la segunda con un cambio de ejes), aplicar después el principio de superposición entre los dos estados y, por último, un tercer estado que elimine las fuerzas exteriores.

Si se quiere ver la solución paso a paso puede consultar, por ejemplo, las páginas 185 a 189 de la primera edición del Elasticity Theory, de Martin H. Saad. La distribución de tensiones



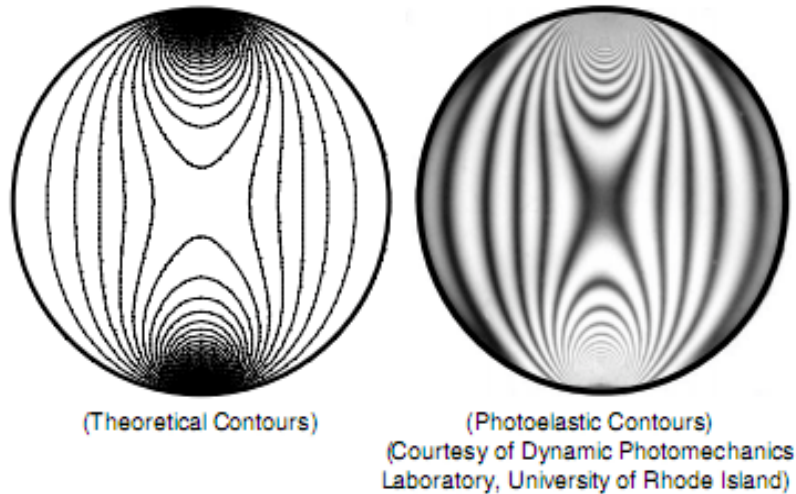


FIGURE 8-36 Maximum shear stress contours and corresponding photoelastic isochromatic for disk under diametrical compression.

gunos estudios hablan de dispersiones inferiores al 10%,

- El ensayo puede utilizarse bajo carga estática o dinámica, modificando la prensa en función del tipo de estudio que se realice.

El ensayo de tracción indirecta no sólo da información de la resistencia a tracción indirecta, sino que también nos informa sobre propiedades elásticas resilientes (módulo de elasticidad estático o dinámico en función del tipo de carga aplicada), fisuración térmica, fisuración por fatiga y de formación permanente (Garrote, 2006).

tangenciales del problema es, casualmente, la imagen de portada del libro.

También se puede usar para probetas cúbicas o prismáticas. En el caso de la probeta cilíndrica se le somete a una fuerza de compresión aplicada en una banda estrecha y en toda su longitud. El resultado de la fuerza de tracción ortogonal resultante origina que la probeta rompa a tracción.

La velocidad de aplicación de la carga es 1.5 N/mm² por minuto, siendo aplicada mediante unas tiras de contrachapado de 4×15 milímetros situadas entre la probeta y la prensa. La resistencia a tracción pura es el 85 por ciento de la indirecta.

Las principales ventajas del ensayo son:

- Es un ensayo relativamente sencillo,
- El tipo de muestra y el equipo son los mismos que los utilizados para otro tipo de ensayos,
- La rotura no se ve afectada por las condiciones de la superficie de la probeta,
- La rotura se inicia en una región relativamente uniforme de tensiones de tracción,
- El coeficiente de variación de los resultados del ensayo es relativamente bajo comparado con otros métodos. Al-



Figura 11. Ing. Karla Gambarte Leños, ejecutando el ensayo de tracción indirecta. Encargada del Laboratorio de Hormigón.



Figura 12. Accesorio de Tracción



Figura 13. Equipo para ensayo de tracción indirecta de laboratorio (en funcionamiento)

Bibliografía

GAROTE Villar, Elisabeth
El ensayo de tracción directa;
Cap. 3. Upoc. Spi.

<http://enriquemontalar.com/fernando-carneiro-y-el-ensayo-brasileno/>

Ensayo de Penetración Estandar SPT Segundo Taller Nacional de Laboratorios de Mecanica de Suelos Cochabamba - BOLIVIA

MSc. Jorge Antonio Mendez Garcia y Tec. Sup. Wilson Morales Fernández

RESUMEN ABSTRACT

Relacionamos los conceptos básicos de capacidad portante con las limitaciones del ensayo SPT con sus respectivas correcciones hasta adaptaciones nacionales y criterios bien fundamentados, de acuerdo a las normas del Eurocodigo 7, ASTM y expertos en el tema, logrando así proporcionar informes adecuados de dicho ensayo.

We relate the basic concepts of carrying capacity with the limitations of the SPT test with their respective corrections to national adaptations and well-founded criteria, according to Eurocodigo 7, ASTM standards and experts in the subject, thus being able to provide adequate reports of said trial.

PALABRAS CLAVES KEY WORDS

SPT / EUROCODIGO 7 / NORMAS STM / ABNT 6484 / NUMERO DE GOLPES / CAPACIDAD PORTANTE / SUELOS GRANULARES

SPT (STANDARD PENETRATION TEST) / EUROCODIGO 7 / STANDARS ASTM / ABNT 6484 / NUMBERS OF HITS / CARRYNG CAPACITY / GRANULAR SOIL

Jorge Antonio Mendez Garcia

- Licenciado en Ingeniería Civil (2015) - Universidad Mayor Real Pontificia San Francisco Xavier de Chuquisaca
- Maestrante en Ingeniería Geotécnica (2014-2017) - Universidad Mayor Real Pontificia San Francisco Xavier de Chuquisaca (En curso)
- Consultor en Línea Laboratorio de Suelos, Hormigón y Asfaltos Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno (Sep - Nov 2017)
- Consultor de Estructura y Planificación de Obra Empresa THEOS S.R.L. (Sep 2016 - Feb 2017)
- Director de Obra Empresa MORADILLO Ingeniería y Construcción (Jul - Sep 2016).
- Superintendente de obra Empresa Inmobiliaria e Inversiones Smart S.R.L. (Sep 2015- Jun 2016)
- Consultor de Estructura y Planificación de Obra Empresa CALE S.R.L. (2014-2015)



Wilson Morales Fernández

- Técnico Superior en Construcciones Civiles (2013) - Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno
- Curso Virtual de Patentes (2016) - SENAPI
- Curso Taller Metrología Aplicada a los Laboratorios (2016)- POSTGRADO TECNOLOGIA UAGRM
- Consultor en Línea Laboratorio de Suelos, Hormigón y Asfaltos Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno (2015-2017)



Los conceptos básicos geotécnicos relacionados con la capacidad portante última proporcionada en un inicio por Terzaghi (1943), Meyerhof (1963) y autores especialistas tanto en cimentaciones superficiales y cimentaciones profundas nos definen que propiedades mecánicas del suelo son necesarias determinarlas con el ensayo SPT, conociendo las limitaciones, alcances y aplicabilidades del ensayo, definidos todos estos por el Eurocodigo 7, ASTM y expertos en el tema.

Aun cuando el método es llamado Ensayo de Penetración Estandar ni los equipos ni los procedimientos son estandarizados por lo que es necesario programas como el ROUND ROBIN TEST, que resalten errores de interpretación y procedimientos de criterios regionales, para su correcta ejecución desde una visión internacional, con avances a adaptaciones y criterios bien fundamentados nacionales.

Conceptos Geotécnicos Relacionados con el SPT

Terzaghi desde 1943 nos presenta la teoría global para evaluar la capacidad última para cimentaciones superficiales, así como también Meyerhof 1963 donde podemos identificar factores de forma, factores de profundidad y factores de inclinación que definen la capacidad última de la cimentación.

En dichas relaciones identificamos tres términos: (1) Término que depende de los parámetros de resistencia al corte (Cohesión y ángulo de fricción interna); (2) Término dependiente de la sobrecarga (Peso unitario seco o saturado y profundidad de fundación); (3) Término dependiente de la geometría de la fundación (Base de la fundación y peso unitario). En resumen la capacidad portante última de cimentaciones superficiales dependen de las propiedades mecánicas del suelo y características físicas de la fundación (Rojas JC, 2017).

$$q_u = \frac{c N_c s_c d_c i_c}{(1)} + \frac{q N_q s_q d_q i_q}{(2)} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma / (3)$$

En caso de cimentaciones profundas capacidad portante de acuerdo a la resistencia por fuste y resistencia por punta.

$$q_u = R_t + R_p$$

Es de esta manera que el Eurocodigo 7 indica que la investigación del subsuelo debe ser compatible con la estructura a ser construida, habiendo una referencia específica al hecho de que **“el conocimiento geotécnico y el control de ejecución son más importantes para satisfacer los requisitos fundamentales que la precisión de los modelos de cálculo y los coeficientes de seguridad adoptados”** también nombrado por Schnaid F. (2017).

El Eurocodigo 7 define al Ensayo de Penetración Estandar (SPT) como un método para determinar la resistencia y deformación de los suelos no cohesivos, pero también se pueden obtener datos validos entre otro tipo de suelos.

Schnaid F. (2017) delimita los alcances del ensayo SPT en la determinación de las propiedades mecánicas de acuerdo al tipo de suelo presente: Suelos granulares ϕ & E (Angulo de fricción y módulo de elasticidad); Suelos cohesivos S_u & E par valores de NSPT>5 (Cohesión en estado no drenado y módulo de Elasticidad); Suelos Estructurados $\phi + c$ (En suelos residuales, arcillas PC y suelos tratados con fibra, cal y cemento); Rocas blandas σ_c & E (Acompañado del ensayo de compresión inconfinado).

Es importante reconocer también la aplicabilidad de ensayo SPT que según EN 1997-2, el Euro código 7, Bond and Harris, 2008, también nombrado por Rojas JC (2017), quienes definen tres rangos de aplicabilidad: H=Alta, M=Media, L=Baja, de acuerdo a la Tabla 1.

Es irrefutable saber que las medidas de la cuchara de Terzaghi son estandarizadas (Figura 1) y que el diámetro de la cuchara sea 20 veces mayor al diámetro de las partículas de estudio para que la cuchara no sea influida por los granos del suelo (Schnaid F, 2017).

Field test and abbreviation		Soil or rock type		
		Rock	Coarse soil	Fine soil
Standard penetration test	SPT	H	-	Soil type Particle size
		M	-	Soil type Extension of layers Particle size Water content Density Compressibility Chemical tests Shear strength Atterberg limits
		L	-	Shear strength

Tabla 1. Aplicabilidad del Ensayo SPT (Eurocodigo 7, Bond and Harris, 2008) (Ref. 6)

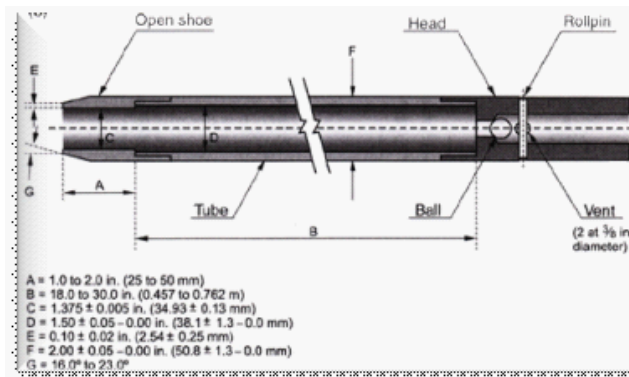


Figura 14. Medidas de la cuchara de Terzaghi (ASTM D 1586, 1999).

Round Robin Test

Definido por el 2º Taller Nacional de Laboratorios de Mecánica de Suelos como la ejecución del ensayo SPT en un mismo lugar de trabajo por varios laboratorios que practican dicho ensayo.

También podemos definir que ni el equipo ni los procedimientos de excavación han sido completamente estandarizados a nivel internacional en el ensayo SPT. Las diferencias existentes pueden estar parcialmente justificadas por el nivel de desarrollo e inversiones de cada país. Pero más importante son las adaptaciones de las técnicas de excavación a las diferentes condiciones de subsuelo (Ireland, Moretto & Vargas, 1970), también nombrado por Schnaid F. (2017).

Factores de Corrección

La gama de equipos existentes, (ver Figura 18) y en nuestro medio equipos similares al Donut nos lleva a la incógnita si influirán en los resultados obtenidos.

Aparte de las correcciones por diámetro del orificio (CB), corrección por muestreador (CS), corrección por largo de barra (CR), es importante conocer la eficiencia del martillo (Em) Das 2001.

$$N_{spt,60} = \frac{E_m * C_B * C_S * C_R * N_{spt}}{0.60}$$

Schmertmann (1978a), Seed et al. (1985), Riggs (1986), Skempton (1986), Bowles (1988) y muchos más autores estudiaron los factores que involucran para estandarizar el número de golpes a una energía de 60% (Nspt,60), para luego aplicar todas las relaciones existentes con Nspt,60.

Tanto el Eurocodigo 7, la ASTM D 1586, ABNT 6484 consideran trascendental la corrección por transferencia de energía simplificando a la siguiente ecuación:



Figura 15. Equipos participantes del 2º Taller Nacional de Laboratorios de Mecánica de Suelos Cochabamba-Bolivia (2017)

$$N_{spt,60} = \frac{N_{spt} * \text{Energía Aplicada}}{0.60}$$

Aquí se proporciona la energía promedio de varilla en América para dos tipos de martillo y yunque, con método de liberación de cuerda de deslizamiento de dos vueltas (adaptado de Skempton, 1986), ver Tabla 2, también nombrado por Schnaid F., 2017.

Donut		Safety		Notes	Reference
Energy (%)	number of test	Energy (%)	number of test		
53	4	72	9	Laboratory tests	Kovacs & Salomone (1982)
48	8	52	9	Various field rigs	Kovacs & Salomone (1982) Schmertmann & Palacios (1979)
		55	24		
		52	5		
48	23				Schmertmann & Palacios (1979)
43	8	62	8		Robertson et al (1983)
-	-	58	12		Robertson et al (1983) Daniel (1997)

Tabla 2. Transferencia de energía para dos tipos de martillo Donut y Safety. (Schnaid F., 2017) (Ref. 3)

Aquí se muestra el coeficiente de energía de varilla brasileña para el método de liberación manual (ver Tabla 3), nombrado por Schnaid F., 2017.

Anvil mass (kg)	Depth (m)	Energy efficiency manually release			References
		average (%)	number of test	standard deviation (%)	
		1.2	14	66.7	
3.6					
14.0					
3.6	6 - 36	79.7	56	7.94	Cavalcante (2002)
3.6	6 - 36	81.0	40	10.8	Odebrecht (2003)

Tabla 3. Transferencia de energía para el SPT Brasileño. (Schnaid F., 2017) (Ref. 3)

Es importante aclarar que la energía de entrega de martillo de cada equipo es diferente por lo que es necesario informar al cliente la energía del equipo correspondiente.

Solo para el caso de suelos granulares es necesario realizar una corrección más por el nivel de tensiones que en alguna nomenclatura es N_{corr} y en la actualidad $(N_1)_{60}$

$$(N_1)_{60} = N_{corr} = C_N * N_{spt,60}$$

Se presentan algunas relaciones de CN para esta corrección también nombrado por Schnaid (2017). (ver Tabla 4).

Se deja al criterio de acuerdo al conocimiento geotécnico la elección o comparación de esta corrección.

Referência	Fator de correção C_N	σ'_v	Observação
Skempton (1986)	$C_N = \frac{200}{100 + \sigma'_v}$	kPa	Seed et al (1983) Dr = 40 a 60% NC Sand
Skempton (1986)	$C_N = \frac{300}{200 + \sigma'_v}$	kPa	Seed et al (1983) Dr = 60 a 80% NC Sand
Peck, Hanson & Thornburn (1974)	$C_N = 0.77 \log \left(\frac{2000}{\sigma'_v} \right)$	kPa	NC Sand
Liao & Whitman (1985)	$C_N = \sqrt{\frac{100}{\sigma'_v}}$	kPa	NC Sand
Liao & Whitman (1985)	$C_N = \left[\frac{(\sigma'_{atm})^2}{\sigma'_v} \right]^k$	-	$k = 0.4$ a 0.6
Skempton (1986)	$C_N = \frac{170}{70 + \sigma'_v}$	kPa	OC Sand OCR = 3
Clayton (1993)	$C_N = \frac{143}{43 + \sigma'_v}$	kPa	OC Sand OCR = 10
Robertson et al (2000)	$C_N = \left(\frac{\sigma'_{atm}}{\sigma'_v} \right)^{0.5}$	kPa	NC Sand

Tabla 4. Factores de Corrección CN, (Schnaid F., 2017) (Ref. 5).

Para el caso de las propiedades mecánicas del suelo respecto al ensayo SPT para Suelos Granulares se tiene.

$$(N_{spt,1})_{60} \rightarrow D_r$$

$$Gibbs e Holtz (1957) D_r = \left(\frac{N_{SPT,60}}{0,23 * \sigma'_{r0} + 16} \right)^{0,5}$$

$$Skempton(1956) D_r = \left(\frac{N_{SPT,60}}{0,28 * \sigma'_{r0} + 27} \right)^{0,5}$$

$$Cubrinovski & Ishihara (1999) \frac{(N_1)_{60}}{D_r^2} = \frac{11,7}{(e_{max} - e_{min})^{1,7}}$$

$$De Mello (1971) (1,49 - D_r) \tan \phi' = 0,712$$

$$Bolton (1986) \phi' = 33 + (3(D_r(10 - \ln p') - 1))$$

$$Mayne (2006) \phi'_p \approx \arctan \left(\frac{N_{60}}{12,2 + \left(\frac{\sigma'_{v0}}{\sigma_{atm}} \right)} \right)^{0,24}$$

$$Hatanaka & Uchida (1996) \phi'_p \approx 20^\circ + \sqrt{15,4(N_1)_{60}}$$

$$Teixeira (1996) \phi' = \sqrt{20 * N} + 15^\circ$$

Para el caso de las propiedades mecánicas del suelo respecto al ensayo SPT para Suelos Arcillosos:

$$N_{spt,60} \rightarrow S_u \quad \frac{S_u}{P_a} = 0,29N^{0,72}$$

$$S_u = 10,5 N_{60} \left(\frac{KN}{m^2} \right) \quad \text{Décourt (1989)}$$

$$S_u = 4,5 N_{60} \left(\frac{KN}{m^2} \right)$$

Argilas pré – adensadas ão sensíveis: Stroud(1979)

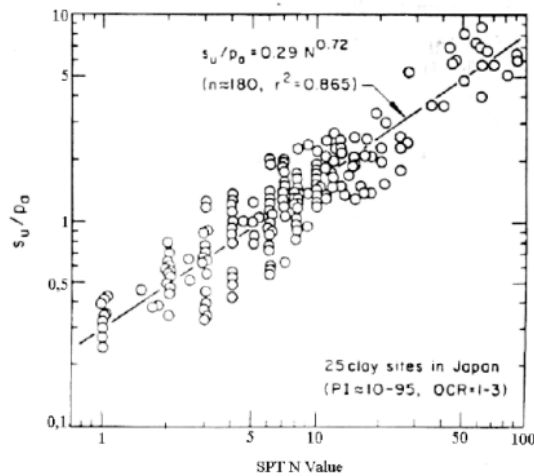


Figura 16. Su de acuerdo a los ensayos triaxiales UU. (Hara et al, 1974) (Ref. 2)

Así se puede nombrar la gama de investigadores que relacionaron la cohesión no drenada con el ensayo SPT, donde también está en función del criterio geotécnico elegir o comparar dichos valores, aquí se presenta la gama de relaciones también nombrado por Schnaid (2017). (ver Tabla 5).

Researchers	Explanation	S _u (kPa)
Sanglerat (1972)	Clay	12.5N
	Silty clay	10N
Terzaghi & Peck (1967)	Fine-grained soil	6.25N
Hara et al. (1974)	Fine-grained soil	29N ^{0.72}
Sowers (1979)	Highly plastic soil	12.5N
	Medium plastic clay	7.5N
	Low plastic soil	3.75N
Nixon (1982)	Clay	12N
Sivrikaya & Togrol (2002)	Highly plastic soil	4.85N ₆₀ ^{0.64}
	Low plastic soil	3.35N ₆₀ ^{0.64}
	Fine-grained soil	4.93N ₆₀ ^{0.64}
Stroud (1974)	PI<20	(6-7)N
	20<PI<30	(4-5)N
	PI>30	4.2N
Décourt (1990)	Clay	12.5N ₆₀
Ajaya & Balogun (1988)	Fine-grained soil	1.39N ^{0.742}
Hettiarachchi & Brown (2009)	Fine-grained soil	4.1N ₆₀
Sivrikaya (2009)	UU Test	S _u = 3.33N - 0.75w _s + 0.20LL + 1.67PI
	UU Test	S _u = 4.43N ₆₀ - 1.29w _s + 1.06LL + 1.02PI
	UCS Test	S _u = 2.41N - 0.82w _s + 0.14LL + 1.44PI
	UCS Test	S _u = 3.24N ₆₀ - 0.53w _s - 0.43LL + 2.14PI

Tabla 5. Relación entre la cohesión no drenada y el ensayo SPT (Schnaid F, 2017) (Ref. 5).

Interpretación de Resultados Aplicados a Fundaciones Superficiales y Fundaciones Profundas

Para evaluar la capacidad última para cimentaciones superficiales propuesta por Terzaghi (1943) y Meyerhof (1963) es necesario conocer los datos de los tres términos descritos en la ecuación 1 tanto las propiedades mecánicas del suelo y características físicas de la fundación (Rojas JC, 2017) que con ayuda del ensayo SPT y reconociendo sus limitaciones se plantea la capacidad portante de acuerdo al bulbo de presión que genere la cimentación superficial escogida tomando como N_{spt,60} en suelos arcillosos y (N_{spt,1})₆₀ en suelos granulares, el promedio de N_i en todo el bulbo de presión (Schnaid F., 2017), o el promedio

estadístico N_i desde -0.5B a por lo menos +2B (Bowles, 1986). Aquí se muestra la Capacidad Portante con

$$Df=1.5; N_{prom}= 11$$

Conclusiones y Recomendaciones

En nuestro medio se observa equipos de todo tipo por lo que es necesario conocer los datos de energía de transmisión de martillo para su correcta interpretación del número de golpes.

Se exhorta estandarizar la nomenclatura de los informes presentados en nuestro medio como ser fatiga, resistencia, presión, N de golpes, N_{spt}, N₆₀ a la nomenclatura adecuada especificada por norma *(Código 7), también aclarar si los datos son admisibles, últimos o crudos.

Se requiere conocer las limitaciones del ensayo y enmarcar como laboratorio de Mecánica de Suelos el alcance del informe del ensayo SPT, sabiendo que la capacidad portante última depende de muchos factores necesitando una interpretación y conocimiento geotécnico amplio además de una coordinación con el ingeniero estructuralista en características físicas de la estructura.

Así mismo, es esencial el apoyo a la investigación y participación en este tipo de congresos para fundamentar y homogeneizar criterios, más aun sabiendo que no se cuenta con una norma Geotécnica en nuestro país.

Base & Capacidad Portante Admisible Df=1.5m

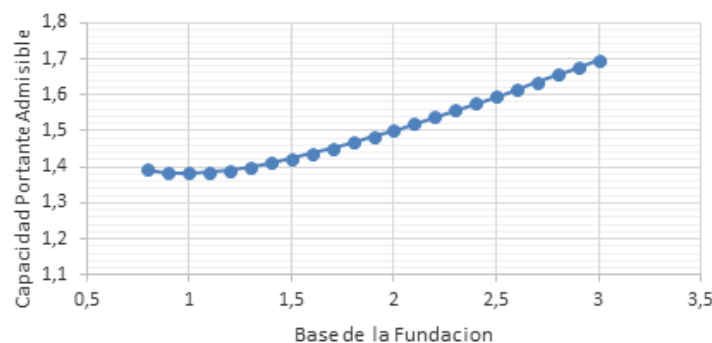


Figura 17. Grafico Informe SPT UAGRM - Capacidad Portante Admisible.



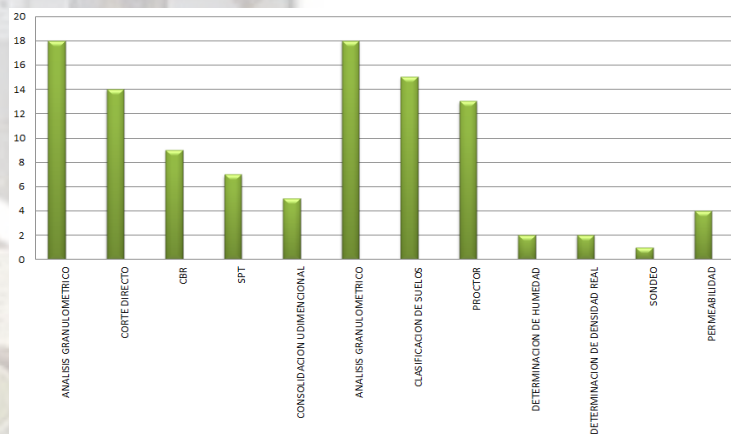
Figura 17. Equipo participante de la UAGRM en el 2º Taller Nacional de Laboratorios de Mecánica de Suelos Junto a los Profesores Especialistas Rojas Vidovic J.C. y Schnaid F.

Bibliografía

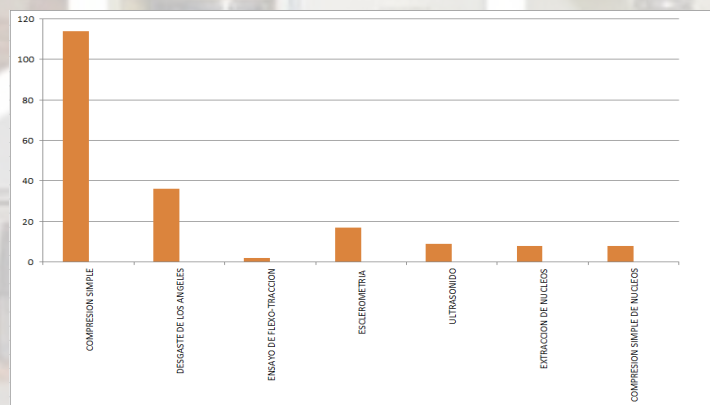
- ROJAS Vidovic, J.C. (2017). "Diapositivas Revisión de Conceptos Básicos Geotécnicos." 2º Congreso Nacional de Laboratorios de Mecánica de Suelos, Vol. 1, Octubre, 2017.
- SCHNAID, F. (2017). "Diapositivas Interpretación de Resultados Ensayo SPT." 2º Congreso Nacional de Laboratorios de Mecánica de Suelos, Vol. 1, Octubre, 2017.
- , F. (2017). "Diapositivas Introducción al Ensayo SPT." 2º Congreso Nacional de Laboratorios de Mecánica de Suelos, Vol. 1, Octubre, 2017.
- , F. (2017). "Diapositivas Capacidad Portante en Zapatas y Pilotes." 2º Congreso Nacional de Laboratorios de Mecánica de Suelos, Vol. 1, Octubre, 2017.
- , F. (2009). "In Situ Testing in Geomechanic." Taylor y Francis Group, New York 2009.
- ,EUROCÓDIGO 7, BOND y HARRIS (2008). "Decodificación del Eurocódigo 7." Taylor y Francis Group, Londres ,2008.
- 7, (2002). "Parte 3. Proyecto Asistido por Ensayos de Campo." Norma Europea Experimental, Octubre 2002.

ESTADISTICA DE TRABAJOS INGRESADOS AL LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL GESTION I/2017

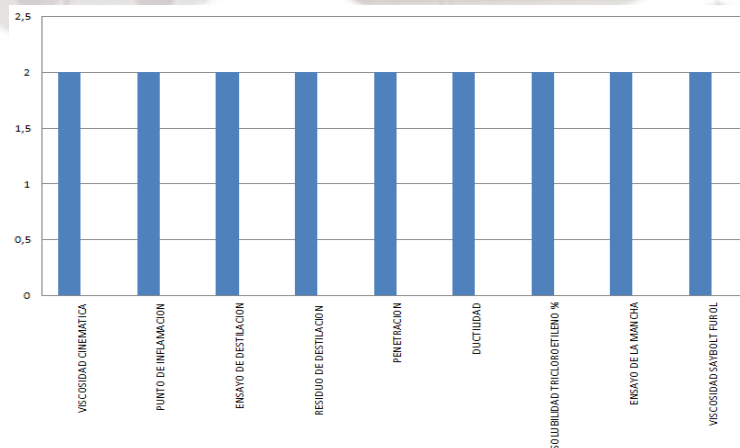
LABORATORIO DE SUELOS	
ANALISIS GRANULOMETRICO	18
CORTE DIRECTO	14
CBR	9
SPT	7
CONSOLIDACION UDIMENCIONAL	5
CLASIFICACION DE SUELOS	15
PROCTOR	13
DETERMINACION DE HUMEDAD	2
DETERMINACION DE DENSIDAD REAL	2
SONDEO	1
PERMEABILIDAD	4



LABORATORIO DE HORMIGONES	
COMPRESION SIMPRE	114
DESGASTE DE LOS ANGELES	36
ENSAYO DE FLEXO-TRACCION	2
ESCLEROMETRIA	17
ULTRASONIDO	9
EXTRACCION DE NUCLEOS	8
COMPRESION SIMPLE DE NUCLEOS	8



LABORATORIO DE ASFALTO	
VISCOSIDAD CINEMATICA	2
PUNTO DE INFLACION	2
ENSAYO DE DESTILACION	2
RESIDUO DE DESTILACION	2
PENETRACION	2
DUCTILIDAD	2
SOLUBILIDAD TRICLOROETILENO %	2
ENSAYO DE LA MANCHA	2
VISCOSIDAD SAYBOLT FUROL	2



PLANILLA DE COSTOS DE ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS

Nº	Ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Cantidad	Costo (Bs)	Cantidad de Material	Tiempo de ejecución
1	INVESTIGACION Y MUESTREO DE SUELOS MEDIANTE BARRENAS CON VASTAGO HUECO	-	T251	METRO LINEAL (ML)	200	CONVENCIONAL	CONVENCIONAL
2	METODO DE PENETRACION NORMAL Y MUESTREO CON TUBO PARTIDO DE LOS SUELOS (SPT)	D1586	T206	METRO LINEAL (ML)	250	CONVENCIONAL	CONVENCIONAL
3	DETERMINACION EN LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DE SUELO,ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO	D2216	-	1	100	> 5 Kg	3 DIAS
4	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO	D422	T88	1	250	> 5 Kg	3 DIAS
5	DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS	D4318	T89	1	150	> 500 grs	3 DIAS
6	DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD	D4318	T90	1	150	> 500 grs	3 DIAS
7	CLASIFICACION DE SUELOS FINOS Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO	-	-	1	300	> 1000 grs	4 DIAS
8	DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO DE LOS SUELOS	D854	T100	1	250	> 1000 grs	4 DIAS
9	METODO PARA DETERMINAR EL EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADO FINO	D2419	-	1	300	> 1000 grs	3 DIAS
10	RELACIONES DE PESO UNITARIO-HUMEDAD EN SUELOS-METODO ESTANDAR	D698	T99	1	250	> 30 Kg	4 DIAS
11	RELACIONES DE PESO UNITARIO-HUMEDAD EN SUELOS-METODO MODIFICADO	D422	T180	1	300	> 30 Kg	4 DIAS
12	DETERMINACION DE LA RELACION DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR)	D1883	T193	1	550	> 30 Kg	7 DIAS
13	DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE METODO DEL CORTE DIRECTO (CD) CONSOLIDADO DRENADO+(CLASIFICACION)	D3080	T236	1	1000	CONVENCIONAL	CONVENCIONAL
14	VERIFICACION DEL PESO UNITARIO DEL SUELO,METODO DEL CONO DE ARENA - IN SITU	D1556	T191	1	200	CONVENCIONAL	CONVENCIONAL
15	DETERMINACION DE LA HUMEDAD EN SUELOS MEDIANTE UN PROBADOR CON CARBURO DE CALCIO (SPEEDY)	-	T217	1	150	> 500 grs	2 DIAS
16	PESO UNITARIO DEL SUELO EN EL TERRENO, METODO DEL BALON DE CAUCHO - IN SITU	D2167	T205	1	200	CONVENCIONAL	CONVENCIONAL
17	COMPRESION NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELO	D2126	T208	1	500	> MUESTRA INALTERADA	3 DIAS
18	CONSOLIDACION UDIMENCIONAL DE LOS SUELOS	D2435	T216	1	800	CONVENCIONAL	CONVENCIONAL
19	DOSIFICACION DE DOS O MAS MATERIALES (SUELOS)	-	-	1	1200	CONVENCIONAL	CONVENCIONAL

PLANILLA DE COSTOS DE ENSAYOS DE HORMIGONES

Nº	Ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Cantidad	Costo	Cantidad de Material	Tiempo de Ejecución
1	METODO PARA EXTRAER Y PREPARAR MUESTRAS	C75	T2	1	250	-	-
2	METODO PARA TAMIZAR Y DETERMINAR EL ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS ARIDOS	C136	T27	1	250	> 5 Kg	3 DIAS
3	METODO PARA DETERMINAR EL MATERIAL FINO MENOR QUE 0,075 mm (POR LAVADO DE LOS AGREGADOS EN EL TAMIZ Nº 200)	C117	T11	1	200	> 100 grs	3 DIAS
4	CONTENIDO TOTAL DE AGUA DE LOS ARIDOS POR SECADO	C566	-	1	100	-	-
5	METODO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO Y VACIOS DE LOS AGREGADOS	C29	-	1	200	> 50 Kg	3 DIAS
6	METODO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD APARENTE	E30/C29	-	1	200	> 20 Kg	4 DIAS
7	METODO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD REAL, LA DENSIDAD NETA Y LA ABSORCION DE AGUA EN ARIDOS GRUESOS	C127	T85	1	250	> 20 Kg	4 DIAS
8	METODO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD REAL, LA DENSIDAD NETA Y LA ABSORCION DE AGUA EN ARIDOS FINOS	C128	T84	1	250	> 5 kg	4 DIAS
9	METODO PARA DETERMINAR EL DESGASTE MEDIANTE LA MAQUINA DE LOS ANGELES GRADACION A,B,C,y D (500 REV.)	C131	T96	1	350	> 50 kg	2 DIAS
10	METODO PARA DETERMINAR EL DESGASTE MEDIANTE LA MAQUINA DE LOS ANGELES GRADACION E,F y G (1000 REV.)	C131	T96	1	400	> 100 Kg	3 DIAS
11	METODO DE LOS SULFATOS PARA DETERMINAR LA DESINTEGRACION	C88	T104	1	700	> 20 Kg	18 DIAS
12	PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS EN LOS ARIDOS	D5821	-	1	300	> 10 Kg	3 DIAS
13	INDICE DE APLANAMIENTO Y DE ALARGAMIENTO DE LOS ARIDOS PARA CARRETERAS	-	-	1	300	> 10 Kg	3 DIAS
14	TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO HIDRAULICO METODO DEL APARATO DE VICAT	C191	T131	1	400	> 10 Kg	3 DIAS
15	PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO HIDRAULICO	C188	T133	1	400	> 10 kg	3 DIAS
16	CONSISTENCIA NORMAL DEL CEMENTO	C187	T129	1	350	> 10 kg	3 DIAS
17	ELABORACION DE MUESTRAS DE HORMIGON PARA ENSAYOS DE COMPRESION	C31/C192	T126	1	100	-	3 DIAS
18	METODO DE ENSAYO A LA COMPRESION DE PROBETAS CUBICAS Y CILINDRICAS	C39	T22	1	30	-	2 DIAS
19	METODO DE ENSAYO A LA FLEXO-TRACCION	-	-	1	200	-	2 DIAS
20	EXTRACCION DE NUCLEOS DE HORMIGON	-	-	1	250	CONVENCIONAL	CONVENCIONAL
21	ENSAYO NO DESTRUCTIVO DE Hº ESCLEROMETRIA	-	-	-	200	CONVENCIONAL	CONVENCIONAL
22	ULTRASONIDO	-	-	1	200	CONVENCIONAL	CONVENCIONAL
23	DOSIFICACION DE HORMIGONES	-	-	1	3000	-	5 DIAS
24	TRACCION DEL ACERO	-	-	1	250	-	3 DIAS

PLANILLA DE COSTOS DE ENSAYOS DE ASFALTO

Nº	Ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Costo
1	DUCTILIDAD	D 113	-	350
2	PUNTO DE ABLANDAMIENTO	D 3143	-	300
3	ENSAYO DE LA MANCHA	-	T 102	600
4	RECUPERACION ELASTICA	-	-	550
5	ESTABILIDAD AL ALMACENAMIENTO	-	-	550
6	VISCOSIDAD SAYBOLT FUROL	-	T 72	450
7	VISCOSIDAD CINEMATICA	D 2170	T 201	800
8	CONTENIDO DE AGUA	D 95	T 55	200
9	PENETRACION	D 5	T 49	250
10	DESTILACION	D 402	T 78	300
11	PUNTO DE INFLAMACION	D 3143	-	350
12	PELICULA DELGADA	D 1754	T 179	250
13	MARSHALL - COMPLETO			7000
14	DAÑO POR HUMEDAD INDUCIDA			2500
15	DENSIDAD MAXIMA RICE			1000
16	INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) (KM)			300
17	DEFLEXIONES CON VIGA BENKELMAN (PTO)			300
18	CONTENIDO DE ASFALTO HORNO DE IGNICION			300
19	SOLUBILIDAD DE TRICLOROETILENO %			350

Servicios Laboratoriales y MedioAmbientales

Nuestra Experiencia y Profesionalismo a Disposición de su Empresa

UTALAB es una respuesta integral a los servicios técnicos-laboratorios que su empresa necesita.

Sistema de Gestión de calidad con la Norma de Certificación Nacional e Internacional ISO 9001:2008

SERVICIOS DE ANALISIS

Se cuenta con diversos laboratorios especializados para la prestación de servicios, con equipamiento científico y personal calificado, necesario para llevar a cabo estas investigaciones.



LABORATORIO DE PROCESOS QUIMICOS

- Análisis físico-químicos de agua
- Análisis químico de suelos
- Análisis de residuos sólidos
- Análisis de suelo contaminado
- Análisis especiales y otros

LABORATORIO DE SUELOS

- Análisis de agua con fines de riesgo
- Análisis bromatológico
- Análisis químico de suelos
- Análisis de fertilidad de suelos y abono orgánico

OTROS SERVICIOS

SERVICIO DE MUESTREO

- Agua
- Suelo
- Minerales
- Residuos sólidos y otros
- También prestamos servicios de transporte y preservación de muestra

SERVICIO DE CALIBRACION PARA EQUIPOS DE LABORATORIO

Ofrecemos a la comunidad universitaria, industria y otros servicios de calibración de:

- Masa patrón
- Balanza analítica y semi-analítica
- Material volumétrico
- Servicio de verificación
- Turbidímetros
- Colorímetro
- Bañomaría
- Estufas
- Pupineles

LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA

- Análisis microbiológico
- Prueba de acción antimicrobial
- Prueba de toxicología
- Identificación de organismo bio-indicadores
- Recuento de parásitos
- Análisis ambiental

LABORATORIO DE VITROPLASTIA

Laboratorio vitroplastia presta servicio de:

- Diseño de fabricación de equipos según especificaciones técnicas del cliente
- Reparación de equipos de materiales no básicos de vidrios
- Rediseño, modificación y adaptación de equipos de vidrio

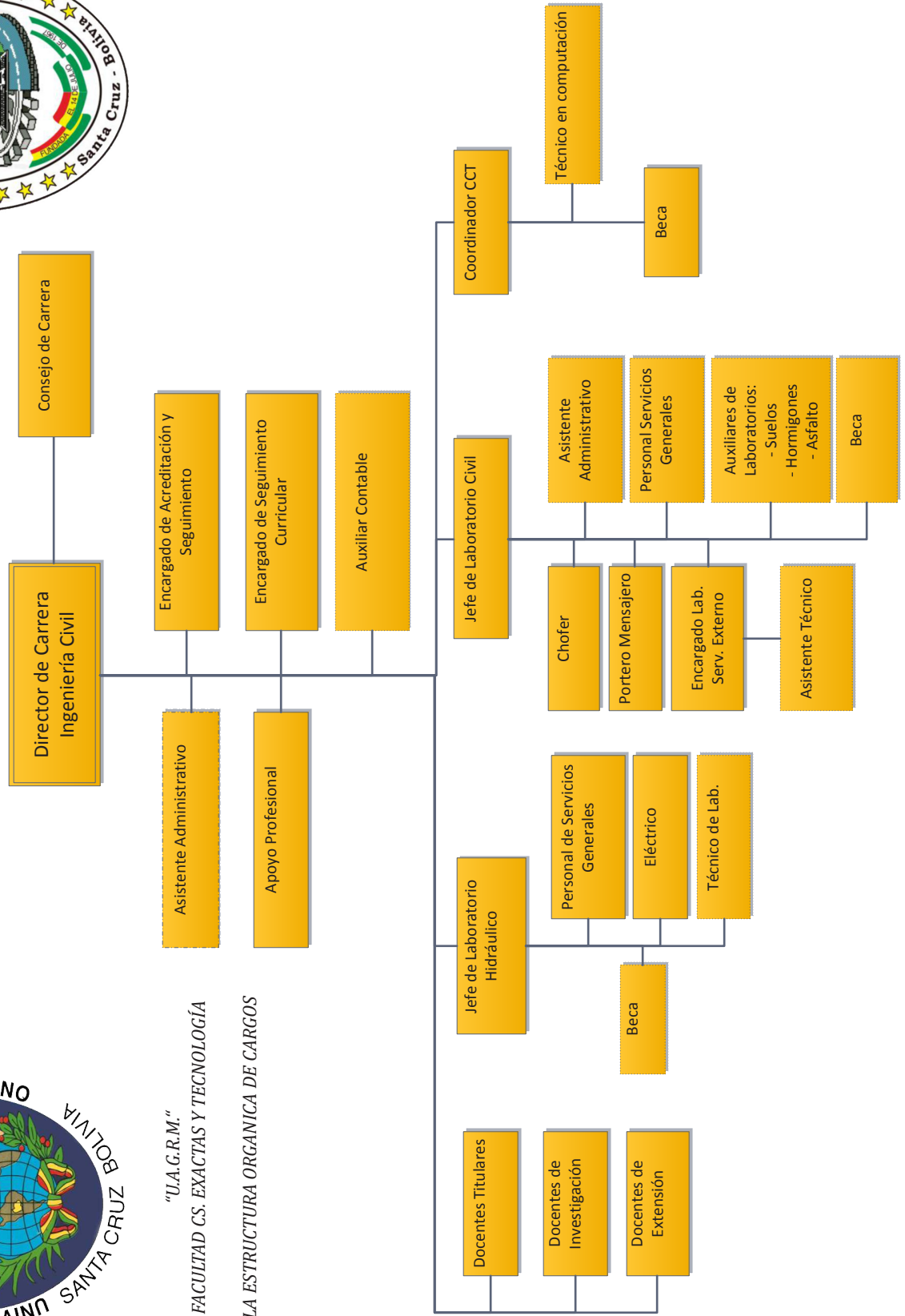
MANTENIMIENTO EQUIPOS DE LABORATORIO

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo en equipos de laboratorio:
 - Microscopios
 - Centrifugas
 - Autoclaves
 - Fotómetros de llamas
 - Destiladores

AMPLIACION DE NUESTROS SERVICIOS MEDIOAMBIENTALES

- Gases de emisión en fuentes fijas
- Gases de inmisión-calidad aire
- Medición de partículas
- Medición de ruido
- Medición de vibración
- Toma de muestra automática con medición caudal incorporado
- Temperatura al alcance de calibraciones en el laboratorio de metrología

Carrera: Ing. CIVIL A NIVEL DE CARGOS



"U.A.G.R.M."
FACULTAD CS. EXACTAS Y TECNOLOGÍA

LA ESTRUCTURA ORGANICA DE CARGOS

Ejemplar
Gratuito

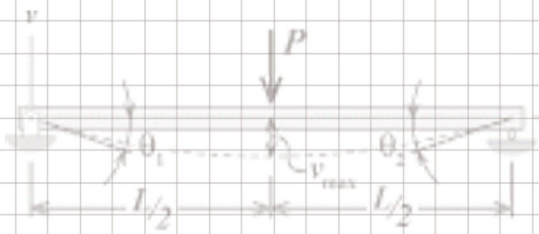
$$\langle \bar{R}_N + \frac{Z_N}{2} n_t | \hat{\rho}(t) | \bar{R}_N - \frac{Z_N}{2} n'_t \rangle \theta_1 = -\theta_2 =$$

$$= \sum_{n_0, n'_0} \int d\bar{R}_0 dq_0 dp_0 dq'_0 dp'_0 G_0 G'_0 v = -\frac{Px}{48EI} (3L^2 - 4x^2) \text{ for } 0 \leq x \leq L/2$$

$$\times \frac{1}{4} (q_{n_t} + ip_{n_t}) (q_{n_0} - ip_{n_0}) \frac{1}{4} (q'_{n'_t} - ip'_{n'_t}) (q'_{n'_0} + ip'_{n'_0})$$

$$\times \int \prod_{k=1}^{N-1} d\bar{R}_k \frac{d\bar{P}_k}{2\pi\hbar} \frac{d\bar{P}_N}{2\pi\hbar} (\hat{\rho})_{W}^{n_0, n'_0} (\bar{R}_0, \bar{P}_1) e^{\frac{i}{\hbar} \bar{P}_N Z_N}$$

$$\times \prod_{k=1}^{N-1} \delta \left(\frac{\bar{P}_{k+1} - \bar{P}_k}{\epsilon} - F_k \right) \prod_{k=1}^N \delta \left(\frac{\bar{P}_k}{M} - \frac{\bar{R}_k - \bar{R}_{k-1}}{\beta^2 \nabla^2 \epsilon \omega_z} \right) \frac{\partial^2 \omega_z}{\partial t^2}$$



$$v_{\max} = -\frac{PL^3}{48EI} \beta^2 \nabla^2 \omega_y = \frac{\partial^2 \omega}{\partial t^2}$$

$$v = -\frac{Pbx}{6LEI} (L^2 - b^2 - x^2) \quad v = -\frac{Pa^2b^2}{3LEI} \quad \rho \frac{\partial^2 u_i}{\partial t^2} = (\lambda + \mu) \frac{\partial}{\partial x_i} \frac{\partial u_k}{\partial x_k}$$

$$\text{for } 0 \leq x \leq a \quad \text{at } x = a \quad \rho \ddot{u}_i = (\lambda + \mu) \nabla (\nabla \cdot u)$$

$$AM = r_0 \cos \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$MB = r_0 \sin \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$AF = r_0 e^{x/2 \tan \phi} \cos \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$\sin \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right)$$



$$q_h \frac{AM^2}{2} + k_p q_h \frac{MB^2}{2} = \frac{1}{2} q \cos^2 \phi \frac{AE^2 + k_p EC^2}{AM^2 + k_p MB^2}$$

SANTA CRUZ DE LA SIERRA - BOLIVIA, Año 1, Nro. 2, Noviembre 2017

Av. Bush entre 2do y 3er anillo - e-mail: lab_ing_civil@hotmail.com - telefono: (+591) 3542013

$$q_h = q \frac{AE^2 + k_p EC^2}{AM^2 + k_p MB^2} = q \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{x \tan \phi} = q N_q$$