

TUES
1501
A973p
1995
Ej. 2

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**



**PROPUESTA PARA REEQUIPAMIENTO DEL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE LA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, FACULTAD DE
INGENIERIA Y ARQUITECTURA, UNIVERSIDAD DE
EL SALVADOR.**

TRABAJO DE GRADUACION PRESENTADO POR:

◦ **WALTER ARNOLDO AYALA RODRÍGUEZ
JAIME GUILLERMO ALFONSO DE LEON SIERRA
ANA MIRIAN OLIVA AMAYA**

15101738 15101738

PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

SEPTIEMBRE 1995

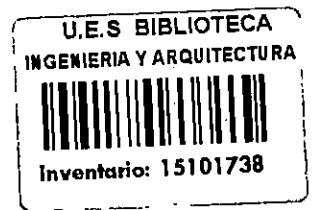


SAN SALVADOR,

EL SALVADOR,

CENTRO AMERICA.

Dec. 3/10/95



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

DR. JOSE BENJAMIN LOPEZ GUILLEN

SECRETARIO GENERAL:

LIC. ENNIO ARTURO LUNA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO:

ING. JOAQUIN ALBERTO VANEGAS AGUILAR

SECRETARIO:

ING. JOSE RIGOBERTO MURILLO CAMPOS

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

DIRECTOR:

ING. JULIO EDGARDO BONILLA ALVAREZ



TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OPCIÓN AL GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

**PROPUESTA PARA REEQUIPAMIENTO DEL LABORATORIO
DE SUELOS Y MATERIALES DE LA ESCUELA DE
INGENIERIA CIVIL, FACULTAD DE INGENIERIA Y
ARQUITECTURA, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN APROBADO POR:


Coordinador : Ing. Jose Miguel Landaverde


Asesor : Ing. Porfirio Lagos Ventura

AGRADECIMIENTO

A la Universidad de El Salvador y en especial al personal Docente y Administrativo de la Escuela de Ingeniería Civil.

A los Ingenieros José Miguel Landaverde y Porfirio Lagos Ventura, por su coordinación y asesoría en éste trabajo.

Al Centro Salvadoreño de Información de Cemento y Concreto, al Centro de Investigaciones Geotécnicas, al Departamento de Ingeniería Civil del Instituto Tecnológico Centroamericano, a la Empresa Ingenieros Civiles Asociados, a la empresa Suelos y Materiales S.A de C.V. y a todas aquellas Instituciones o personas que de una u otra manera contribuyeron a la realización de éste trabajo.

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO

Por iluminarme el camino hasta la finalización de mi carrera.

A MI ADNEGADA MADRE

Quien ha luchado junto a mi, por toda la vida.

A MI AMADA ABUELA

Quien ha estado conmigo en las buenas y en las malas.

A MI QUERIDO PADRE

Por apoyarme.

A MIS QUERIDOS TIOS

Judith, Elvira, Luis, Eduardo y Antonio.

A MI AMIGO: Miguel Antonio Martínez

Por ser fuente de inspiración y guía para mi carrera.

A MI AMIGO: Julio Arturo Melhado

Quien siempre impulso a seguir adelante.

A Dina Raquel

Por fortalecerme con su comprensión y amor.

A MI FAMILIA

Que siempre han estado pendientes de mi.

A MIS AMIGOS: Marvin, Lito, Francisco, Fito

Por apoyarme siempre.

Walter Arnaldo Ayala.

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO

Por darme la fuerza y el conocimiento necesarios para coronar mi carrera.

A MI MADRE: *Adilia Vda. de De León Kreitz.*

A MI ABUELAS: *Victoria Sierra (Q.E.P.D.) y María Isabel Sierra (Q.E.P.D.)*

A MI ESPOSA: *Margarita.*

A MIS HIJOS: *Tatiana Salomé, Guillermo Josué y Victoria Marcela*

A MI HERMANO: *José Demetrio.*

A MIS TIOS: *Ana María y Chente Granillo.*

A todos aquellas personas, familiares y amigos, que siempre estuvieron pendiente de la finalización de este trabajo

Jaime Guillermo Alfonso De León Sierra.

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO Y A SAN JUDAS TADEO

Por permitirme coronar mi carrera.

A MIS PADRES: Ana María y Alonso.

Por ayudarme en mi formación profesional, y apoyarme siempre en mis triunfos y fracasos.

A MI ESPOSO: Rodolfo Antonio Guadrón

Con mucho amor por su apoyo y comprensión.

A MIS QUERIDOS HERMANOS: Griseida, Zenia (Q.D.D.G.), Flor, Javier y Vladimir (Q.D.D.G.)

Por estar siempre conmigo.

A MIS SOBRINOS: Xenia Beatriz, Xochilt Natalhie e Ignacio

Con Cariño.

A MIS TIOS, PRIMOS Y DEMAS FAMILIARES:

Por compartir mi alegría.

A MIS COMPAÑEROS: Jaime y Walter

Por alcanzar juntos la meta.

A MIS AMIGOS:

Por demostrarme su amistad y acompañarme en la culminación de mi carrera

Ana Mirian.

I N D I C E

	Pág.
PROLOGO	I
INTRODUCCION	i

CAPITULO I

"MARCO TEORICO"

INTRODUCCION	1
1.1 OBJETIVOS	2
1.1.1 OBJETIVOS GENERALES	2
1.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	2
1.2 ANTECEDENTES	3
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.4 JUSTIFICACIONES	8
1.5 ALCANCES	9
1.6 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION	9

CAPITULO II

"ENSAYOS PROPUESTOS PARA EL LABORATORIO DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL"

INTRODUCCION	10
2.1 AREA DE SUELOS	12

2.1.1 RECOLECCION DE MUESTRAS DE SUELO EN EL CAMPO.	12
2.1.2 DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.	13
2.1.3 DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO.	13
2.1.4 DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO.	14
2.1.5 DETERMINACION DEL LIMITE DE CONTRACCION	15
2.1.6 ANALISIS GRANULOMETRICO.	16
2.1.7 ANALISIS GRANULOMETRICO.	16
2.1.8 GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SUELOS.	17
2.1.9 PESO UNITARIO DE LOS SUELOS COHESIVOS.	17
2.1.10 VALOR DEL PH DE UN SUELO.	18
2.1.11 VALOR DEL EQUIVALENTE DE ARENA.	19
2.1.12 RELACION DENSIDAD-HUMEDAD DE LOS SUELOS.	19
2.1.13 INDICE MAXIMO Y MINIMO DE DENSIDAD.	20
2.1.14 DENSIDAD DE UN SUELO, EN EL CAMPO.	21
2.1.15 PRUEBA DE CONSOLIDACION.	22
2.1.16 PRUEBA DE COMPRESION INCOFINADA.	22
2.1.17 PRUEBA DE CORTE DIRECTO.	23
2.1.18 PRUEBA DE LA RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)	23
2.1.19 PRUEBA TRIAXIAL - SIN MEDICION DE PRESION EN POROS.	24
2.1.20 PRUEBA TRIAXIAL - CON MEDICION DE PRESION EN POROS.	25

2.1.21 DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (CABEZA CONSTANTE).	26
2.1.22 DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (CABEZA VARIABLE).	26
2.2 AREA DE MATERIALES	27
2.2.1 MATERIALES PETREOS AGREGADOS PARA CONCRETO:	
ASTM C-33.	27
2.2.1.1 ANALISIS GRANULOMETRICO.	27
2.2.1.2 ENSAYO DE COLORIMETRIA (ARENA).	28
2.2.1.3 ENSAYO DE SANIDAD.	29
2.2.1.4 PESO VOLUMETRICO Y VACIOS.	29
2.2.1.5 PRUEBA DE LOS ANGELES.	30
2.2.1.6 GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS.	31
2.2.1.7 PRACTICA PARA LA EXAMINACION PETROGRAFICA DE AGREGADOS PARA CONCRETO.	32
2.2.2 CEMENTO.	34
2.2.2.1 PRUEBA DE TIEMPO DE FRAGUADO.	34
2.2.2.2 PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION.	35
2.2.2.3 PRUEBA DE FINURA DEL CEMENTO HIDRAULICO	35
2.2.2.4 PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA EXPANSION DEL CEMENTO POR MEDIO DE AUTOCLAVE.	38

2.2.2.5 PRUEBA ESTANDAR DE CONSISTENCIA O FLUIDEZ EN UNA MESA DE FLUIDEZ.	39
2.2.2.6 PRUEBA ESTANDAR DE FRAGUADO FALSO EN CEMENTO HIDRAULICO.	39
2.2.2.7 PRUEBA ESTANDAR DE CALOR DE HIDRATACION DEL CEMENTO HIDRAULICO.	40
2.2.2.8 PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DEL CEMENTO HIDRAULICO.	41
2.2.3 CONCRETO HIDRAULICO.	42
2.2.3.1 MEZCLADO Y MUESTREO DE CONCRETO FRESCO.	42
2.2.3.2 DESPLOME DE CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND (REVENIMIENTO).	43
2.2.3.3 PRUEBA DE TEMPERATURA DEL CONCRETO FRESCO.	43
2.2.3.4 PRUEBA PARA DETERMINAR PESO UNITARIO, RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO FRESCO.	44
2.2.3.5 PRUEBA DE CONTENIDO DE AIRE DE MEZCLAS DE CONCRETO FRESCO POR EL METODO DE PRESION.	45
2.2.3.6 PRUEBA DE HECHURA Y CURADO DE ESPECIMENES DE CONCRETO HECHOS EN EL CAMPO.	46

2.2.3.7 PRUEBA DE HECHURA Y CURADO DE ESPECIMENES DE CONCRETO EN EL LABORATORIO.	46
2.2.3.8 PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE CEMENTO EN UNA MEZCLA FRESCA DE CONCRETO.	47
2.2.3.9 PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE AGUA DE UNA MEZCLA FRESCA DE CONCRETO.	49
2.2.3.10 PRUEBA DE SANGRADO DE CONCRETO.	51
2.2.3.11 PRUEBA DE PENETRACION EN MEZCLAS FRESCAS DE CONCRETO HECHAS CON CEMENTO PORTLAND, USANDO LA BOLA DE ACERO.	52
2.2.3.12 DETERMINACION DEL FACTOR DE COMPACTACION.	53
2.2.3.13 DETERMINACION DEL VEBE TIME.	53
2.2.4 PRUEBA DE CONCRETO ENDURECIDO.	54
2.2.4.1 DETERMINACION DEL TIEMPO DE ENDURECIMIENTO DE MEZCLAS DE CONCRETO POR MEDIO DE RESISTENCIA A LA PENETRACION.	55
2.2.4.2 RESISTENCIA A LA ABRASION DEL CONCRETO POR MEDIO DE RAFAGAZ DE ARENA.	55.

2.2.4.3	ESFUERZO DE RUPTURA A LA TENSION EN MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO. (PRUEBA BRASILEÑA)	56
2.2.4.4	RESISTENCIA A LA PENETRACION DEL CONCRETO ENDURECIDO (PISTOLA WINSORD)	57
2.2.4.5	NUMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO.	57.
2.2.4.6	ESFUERZO A LA COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO.	58
2.2.4.7	PRACTICA PARA LA EXAMINACION PETROGRAFICA DEL CONCRETO ENDURECIDO.	58
2.2.4.8	RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACION DEL ION CLORURO.	60
2.2.4.9	METODO ESTANDAR DE ENSAYO PARA LA DETERMINACION RAPIDA DE LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO POR EL CLORURO.	61
2.3	AREA DE ASFALTO.	62
2.3.1	CEMENTO ASFALTICOS (AC).	62
2.3.1.1	PRUEBA DE PENETRACION.	62
2.3.1.2	PRUEBA DE VISCOSIDAD SAYBOLT.	63
2.3.1.3	PRUEBA DE PUNTO DE LLAMA.	64
2.3.1.4	PRUEBA DE PELICULA DELGADA.	65
2.3.1.5	PRUEBA DE DUCTIBILIDAD.	65

	Pág.
2.3.1.6 PRUEBA DE SOLUBILIDAD.	66
2.3.1.7 PRUEBA DE REBLANDECIMIENTO.	66
2.3.1.8 PRUEBA DE DESTILACION.	67
2.3.1.9 PRUEBA DE FLOTACION.	68
2.3.1.10 PRUEBA DE GRAVEDAD ESPECIFICA.	69
2.3.2 ASFALTO LIQUIDOS o REBAJADOS (CUT-BACKS).	69
2.3.2.1 PRUEBA DE VISCOSIDAD.	69
2.3.2.2 PRUEBA DE PUNTO DE LLAMA.	70
2.3.2.3 PRUEBA DE DESTILACION.	71
2.3.3 EMULSIONES ASFALTICAS.	71
2.3.3.1 PRUEBA DE VISCOSIDAD "SAYBOLT FUROL"	71
2.3.3.2 PRUEBA DE RESIDUO POR DESTILACION.	72
2.3.3.3 PRUEBA DE MISCIBILIDAD CON CEMENTO "PORTLAND".	73
2.3.3.4 PRUEBA DE ASENTAMIENTO O SEDIMENTACION.	74
2.3.3.5 PRUEBA DE RETENIDO EN LA MALLA N° 20.	75
2.3.3.6 PRUEBA DE DETERMINACION DE LA CARGA ELECTRICA.	76
2.3.4 MEZCLAS ASFALTICAS Y PAVIMENTOS.	77
2.3.4.1 METODO DEL APARADO TRIAXIAL DE SMITH.	77

	Pág.
2.3.4.2 METODO DEL APARATO MARSHALL.	78

CAPITULO III

"COTIZACION DEL EQUIPO PARA LAS PRUEBAS PROPUESTAS"

INTRODUCCION	80
COSTO POR AREAS	82
3.1 AREA DE SUELOS	83
3.1.1 RECOLECCION DE MUESTRAS DE SUELO	
EN EL CAMPO	83
3.1.2 DETERMINACION DEL CONTENIDO DE	
HUMEDAD	84
3.1.3 DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO	84
3.1.4 DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO	84
3.1.5 DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO POR EL METODO	
DEL PENETROMETRO	84
3.1.6 DETERMINACION DEL LIMITE DE	
CONTRACCION	85
3.1.7 ANALISIS GRANULOMETRICO.	
METODO MECANICO	85
3.1.8 ANALISIS GRANULOMETRICO.	
METODO DEL HIDROMETRO	86
3.1.9 GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SUELOS	86

3.1.10 PESO UNITARIO DE LOS SUELOS	
COHESIVOS	87
3.1.11 DETERMINACION DEL VALOR DEL PH DE UN SUELO.	
METODO COLORIMETRICO	87
3.1.12 VALOR DEL EQUIVALENTE DE ARENA	88
3.1.13 RELACION DENSIDAD-HUMEDAD DE	
LOS SUELOS	88
3.1.14 INDICE MAXIMO Y MINIMO DE DENSIDAD	89
3.1.15 DENSIDAD DEL SUELO EN EL CAMPO. METODO DEL	
PENETROMETRO PROCTOR	89
3.1.16 DENSIDAD DEL SUELO EN EL CAMPO. METODO DEL CONO	
DE ARENA	90
3.1.17 DENSIDAD DE CAMPO DE UN SUELO. METODO	
DEL BALON	90
3.1.18 PRUEBA DE CONSOLIDACION	90
3.1.19 DETERMINACION DE LA COMPRESION	
INCOFINADA	91
3.1.20 ENSAYO DE CORTE DIRECTO	91
3.1.21 PRUEBA DE LA RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA	
(C.B.R.)	92
3.1.22 ENSAYO TRIAXIAL. CON MEDICION DE PRESION	
EN LOS POROS Y SIN MEDICION DE PRESION	
EN LOS POROS	93

3.1.23 DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD. METODO DE LA CABEZA CONSTANTE	95
3.1.24 DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD. METODO DE LA CABEZA VARIABLE	95
3.1.25 EQUIPO MÉSCELANEO	96
3.2 AREA DE MATERIALES	100
3.2.1 ENSAYO DE COLOMETRIA	100
3.2.2 ENSAYO DE SANIDAD DE LOS AGREGADOS	100
3.2.3 PRUEBA DE LOS ANGELES	100
3.2.4 GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS	101
3.2.5 PRUEBA DE TIEMPO DE FRAGUADO	101
3.2.6 PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION "METODO ESTANDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESION DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRALICO (USANDO MUESTRA CUBICAS DE 2" ó 50 mm)"	102
3.2.7 ENSAYO DE TENSION EN BRIQUETAS DE CEMENTO	102
3.2.8 PRUEBA DE FINURA DEL CEMENTO HIDRAULICO	103
3.2.9 PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA EXPANSION DEL CEMENTO POR MEDIO DE AUTOCLAVE	104

	Pág.
3.2.10 FLUIDEZ DE MORTERO Y CEMENTO HIDRAULICO . . .	104
3.2.11 PRUEBA ESTANDAR DE CALOR DE HIDRATAACION DEL CEMENTO HIDRAULICO.	105
3.2.12 DENSIDAD O GRAVEDAD ESPECIFICA DEL CEMENTO HIDRAULICO.	105
3.2.13 DESPLOME DE CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND (REVENIMIENTO).	106
3.2.14 DETERMINACION DEL FACTOR DE COMPACTACION . .	106
3.2.15 DETERMINACION DEL VEBE TIME	106
3.2.16 HECHURA Y CURADO DE ESPECIMENES DE CONCRETO EN EL LABORATORIO.	107
3.2.17 DETERMINACION DE LA FLUIDEZ DEL CONCRETO . .	107
3.2.18 TIEMPO DE ENDURECIMIENTO DEL CONCRETO POR RESISTENCIA A LA PENETRACION	107
3.2.19 DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO FRESCO	108
3.2.20 PRUEBA DE SANGRADO DE CONCRETO.	108
3.2.21 PRUEBA DE PENETRACION EN MEZCLAS FRESCAS DE CONCRETO HECHAS CON CEMENTO PORTLAND, USANDO LA BOLA DE ACERO.	108
3.2.22 PRUEBA DE TEMPERATURA DEL CONCRETO FRESCO. .	109
3.2.23 ESFUERZO DE FLEXION DEL CONCRETO (USANDO VIGAS DE CONCRETO SIMPLEMENTE APOYADAS EN 3 PUNTOS).	109

3.2.24 RESISTENCIA A LA PENETRACION DEL CONCRETO ENDURECIDO.	109
3.2.25 NUMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO. . .	109
3.2.26 ESFUERZO A LA COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO.	110
3.2.27 EQUIPO MISCELANEO	110
3.3 AREA DE ASFALTO	117
3.3.1 PRUEBA DE PENETRACION	117
3.3.2 PRUEBA DE VISCOSIDAD	117
3.3.3 PRUEBA DE PUNTO DE LLAMA Y PUNTO DE INFLAMACION.	117
3.3.4 PRUEBA DE PELICULA DELGADA 6 PERDIDA POR CALENTAMIENTO.	118
3.3.5 PRUEBA DE DUCTIBILIDAD.	118
3.3.6 PRUEBA DE REBLANDAMIENTO.	118
3.3.7 PRUEBA DE DESTILACION	119
3.3.8 PRUEBA DE SOLUBILIDAD	119
3.3.9 PRUEBA DE DENSIDAD RELATIVA	119
3.3.10 PRUEBA DE DESLILACION.	119
3.3.11 PRUEBA DE CONTENIDO DE AGUA.	119
3.3.12 PRUEBA DE ESTABILIDAD MARSHALL.	120
3.3.13 EXTRACCION DE ASFALTO	120
3.3.14 PAVIMENTO	121

3.3.15 EQUIPO MISCELANEO.	121
-----------------------------------	-----

CAPITULO IV

"FUNCIONALIDAD Y RENTABILIDAD DEL LABORATORIO"

INTRODUCCION	124
4.1 OBJETIVOS Y FUNCIONES DEL LABORATORIO	125
4.1.1 OBJETIVOS DEL LABORATORIO	125
4.1.2 FUNCIONES DEL LABORATORIO	125
4.2 RECURSOS DE QUE DISPONE EL LABORATORIO	129
4.2.1 ESPACIO FISICO	129
4.2.2 PERSONAL	134
4.2.3 RECURSOS FINANCIEROS	134
4.2.4 EQUIPO ACTUAL	137
4.3 ADMINISTRACION Y RENTABILIDAD DE LOS RECURSOS DEL LABORATORIO.	138
4.3.1 USO DE EQUIPOS	138
4.3.2 USO DE MATERIALES.	141

	Pág.
4.3.3 ASIGNACION DE PERSONAL	142
4.3.4 RENTABILIDAD	146

CAPITULO V

"CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES"

CONCLUSIONES	148
RECOMENDACIONES	152
BIBLIOGRAFIA	155
ANEXO A	156
ANEXO B	203
PLANTA ARQUITECTONICA	211

PROLOGO

En este año de 1995, casi finalizando este siglo, la Universidad de El Salvador aun no se recupera del daño ocasionado en los últimos 25 años; un daño físico, tangible, que puede verse y medirse y también repararse y un daño intangible en su imagen y prestigio.

Dentro del daño físico se encuentra el equipo de laboratorio, al cual ha sido repuesto en una forma muy lenta, ocasionandole problemas de funcionamiento al laboratorio; para ayudar a mejorar la imagen y recuperar prestigio, se considera necesario reponer totalmente todo el equipo de laboratorio, no importando su estado actual, para que así la Universidad de El Salvador, la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y en especial la Escuela de Ingeniería Civil, entre al próximo milenio con equipo nuevo y moderno.

Los Autores.

INTRODUCCION

De sobra es conocida la problemática sufrida por la Universidad de El Salvador, durante los últimos 25 años, en la cual ésta ha soportado el embate del tiempo y del hombre, causándole un estancamiento en el desarrollo de su infraestructura física, mobiliario y equipo..

Con el terremoto del 10 de Octubre de 1986 se intensifica el deterioro, pero a la vez es la causa principal de la reconstrucción total de la U.E.S., un ejemplo de ello es la construcción y equipamiento del edificio de la Biblioteca Central, la cual es parte importante del patrimonio social y cultural y a la vez engrandece y da prestigio a la Universidad de El Salvador.

En el caso particular de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y especialmente de la Escuela de Ingeniería Civil, el prestigio de ésta se debe en gran parte al laboratorio de Suelos y Materiales.

Así como la U.E.S. el laboratorio también ha sufrido un estancamiento en su desarrollo, ya que durante éste tiempo se ha limitado a reparar parte del equipo dañado y a adquirir

equipo en forma eventual, para mantener en funcionamiento el laboratorio, lo cual no ha sido suficiente para que este cumpla totalmente con los fines para los que fue creado, que son docencia, investigación y apoyo a particulares, sobre todo en el área de Pavimentos y Asfaltos.

Este trabajo contiene cuatro capítulos en los que se describe las dos partes principales que lo conforman, la primera, que es una propuesta para el reequipamiento del laboratorio, la cual se trata en los capítulos II y III y la segunda que es sobre el funcionamiento y la rentabilidad y que se trata en el capítulo IV.

El laboratorio fue fundado en el año de 1969, en el capítulo I, se presenta una breve reseña de la historia, así como también los objetivos, alcances y antecedentes de éste trabajo.

En el capítulo II, se presentan pruebas o ensayos que se realizan en el laboratorio incluyendo algunas que no se realizan en la actualidad y que se ha considerado que son de importancia. Todas éstas pruebas están normadas por la ASTM y cada una contiene nombres, designación, objetivo y equipo a utilizar, se ha dividido en tres áreas como son Suelos, Materiales y Pavimentos y Asfaltos.

En el capítulo III se presenta un presupuesto total del equipo necesario para el reequipamiento del laboratorio.

Lo que respecta al funcionamiento y rentabilidad del laboratorio ha sido tratado en el capítulo IV, en donde se comentan los objetivos y funciones, recursos y rentabilidad del laboratorio, planteándose propuestas que se considera ayuden a mejorar el funcionamiento del laboratorio.

Al final se presentan una serie de Conclusiones y Recomendaciones, así como también se anexa una guía para ensayos a los asfaltos y una propuesta arquitectónica para aprovechar mejor las instalaciones del edificio, de manera que cumpla a cabalidad con las funciones con que fue creado Docencia, Investigación y apoyo técnico a particulares.

CAPITULO I

"MARCO TEORICO"

INTRODUCCION

En este capítulo se detallan los lineamientos generales que motivan la realización de este Trabajo de Graduación.

Se presentan los objetivos generales y específicos que se persiguen, así como también los alcances del mismo.

Se hace un resumen sobre los antecedentes del laboratorio, su historia, desde su fundación hasta la actualidad, de donde se obtiene el problema real que justifica la realización de este trabajo.

Para desarrollar éste trabajo de Graduación se siguió una metodología de investigación que de detalla al final del capítulo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVOS GENERALES

Efectuar un diagnóstico de la funcionalidad y rentabilidad del laboratorio, en su presentación de servicios para la docencia, investigación y apoyo técnico a particulares, así como también la evaluación del equipo necesario para la realización de pruebas de laboratorio que hasta la fecha no se realizan.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- * Evaluar y diagnosticar el equipo necesario para que el laboratorio pueda brindar un mejor servicio de docencia, investigación y apoyo técnico en el área de suelos y materiales.

- * Recomendar criterios para una mejor rentabilidad del laboratorio y uso del equipo.

1.2 ANTECEDENTES

HISTORIA DEL LABORATORIO DE MATERIALES Y SUELOS "ING. MARIO ANGEL GUZMAN URBINA", DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL.

En el año 1988 se nomina el laboratorio de suelos y materiales de la Escuela de Ingeniería Civil con el nombre de "Ing. Mario Angel Guzman Urbina", en reconocimiento a su valioso aporte en la fundación y equipamiento del laboratorio.

La fundación del laboratorio se remonta al año 1966, con la adquisición de equipo consistente en tamices para granulometría, copas de Casa Grande para límites de consistencia y otros pequeños elementos (tubos de ensayos, mecheros, pinzas, etc.). Las prácticas de los ensayos se efectuaban en galerías ubicadas en el predio donde ahora se encuentra el edificio de Laboratorio de la Escuela de Ingeniería Civil.

En 1967, la Escuela de Ingeniería Civil adquiere el compromiso de llevar el control de materiales usados en la construcción del actual edificio de la Facultad de Medicina, a cambio adquiere una máquina manual para la prueba de compresión de cilindros de concreto, dicha máquina aún se encuentra en el laboratorio.

En ese período fungía como jefe del Departamento de Estructuras el Ing. Ricardo Martínez, quien junto a otros profesionales entusiastas, entre los que se destaca el Ing. Mario Angel Guzmán Urbina, inician las gestiones para llevar a cabo la construcción del Edificio de Laboratorio, posteriormente, en el mismo año, parten al extranjero el Ing. Guzmán Urbina y otros profesionales, a especializarse en distintas ramas: Estructuras, Hidráulica, Ingeniería Sanitaria, Mecánica de Suelos, etc.

Luego al retornar al país, en 1969; año en el cual el laboratorio se había construido totalmente e instalado y montado la máquina Universal tinius Olsen, dicha instalación de la máquina Universal estuvo a cargo de un Ing. mecánico, profesor de la asignatura Motores Térmicos; surge la inquietud de equiparlo en forma completa e integral con el único objetivo de enseñanza, aprendizaje e investigación.

Debido a la necesidad de expansión de la Universidad dentro del Campus, se hace necesaria la construcción de nuevos edificios, de los cuales la Escuela de Ingeniería Civil se compromete a efectuar los estudios de suelos y control de materiales a cambio de que el dinero que se emplearía en dichos estudios fuese trasladado a una partida existente en la Universidad, denominada "Maquinaria y Equipo", obteniendo así

equipo para el Laboratorio.

El primer estudio de Mecánica de Suelos se realizó con equipo prestado al Centro de Investigación Geotécnica (C.I.G.), a partir de ese momento se obtiene el equipo necesario y el laboratorio inicia su funcionamiento como se pretendía y su autofinanciamiento.

Es de esta forma como en el año 1970, el Laboratorio se encuentra prestando servicio, y en un afán de continuar equipando dicho Laboratorio, el cobro por los servicios prestados se hacen en "especies", es decir, que por un servicio prestado el interesado pagaba con maquinaria o equipo, de esa manera se logra mejorar la calidad de Laboratorio, e implementar otras áreas, como son las de Hidráulica, Asfalto, Ingeniería Sanitaria; esta práctica se dio durante el período de 1969 a 1978, siendo interrumpida por los cierres de 1972 y 1975.

En el año de 1979 el país enfrenta una situación política confusa, lo que origina uno de los cierres más prolongados de la Universidad, siendo éste la causa del daño y pérdida de una gran cantidad de equipo, afectando totalmente a la Universidad.

Con la reapertura de la Universidad en el año 1983, una vez más se inicia el equipamiento del laboratorio, lo que se realiza con fondos donados por estudiantes y profesores y a la vez, cobrando en "especies" por servicios prestados. Dicho equipamiento perdura hasta hoy en día.

Debido a distintos acontecimientos suscitados, como lo son el terremoto del 10 de octubre de 1986 y el cierre temporal de noviembre de 1989 a mayo de 1990, que dañaron total o parcialmente algunos de los edificios de la Facultad de ingeniería y Arquitectura, el edificio del Laboratorio alberga actualmente, oficinas administrativas, aulas, etc; lo que limita el área del Laboratorio.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El laboratorio de la Escuela de Ingeniería Civil ha venido funcionando con faltante de equipo y personal, lo que limita en gran medida el desarrollo de investigaciones en el área de los suelos y materiales que a diario se utilizan en la Industria de la Construcción.

El equipo con el que se cuenta actualmente, es el básico para que un laboratorio pueda funcionar normalmente, llevando un control de calidad efectivo de los suelos y materiales que se usan en obras de ingeniería, así como también; para efectos

de docencia donde el estudiante conoce el desarrollo de pruebas para el control de calidad de los mismos.

Siendo el laboratorio del máximo centro de estudio del país se considera que debe contar con los medios necesarios, acordes a la época, para la investigación y aplicación de materiales que día a día surgen en el mercado y que se utilizan en nuestro medio sin ningún control de calidad.

Esta carencia de equipo se manifiesta mayormente en el área de asfaltos, donde no existe equipo para la realización de pruebas, esto sumado a la falta de literatura adecuada, hace que el estudiante al graduarse conozca muy poco sobre este tema.

Así, también es necesario la adquisición de equipo que permitan una mayor amplitud en el desarrollo de pruebas de suelos y materiales.

Es decir, que el problema consiste en la falta de equipo y personal que permita una mayor amplitud en el desarrollo de pruebas que satisfagan la demanda en los campos de la docencia, investigación y apoyo técnico a particulares.

1.4 JUSTIFICACIONES

En un afán de contribuir al aumento de la capacidad técnica del laboratorio de la Escuela de Ingeniería Civil, ya que éste brinda apoyo a docentes, estudiantes y particulares, así como contribuye a la investigación científica y tecnológica en los campos de la Ingeniería, se desarrolla este trabajo de investigación enmarcado al estudio de la funcionalidad y reequipamiento del laboratorio de suelos y materiales.

Y considerando que en el país están aumentando los proyectos de construcción, reconstrucción y reparación de vías terrestres, es de vital importancia restituir el equipo necesario para realizarles pruebas a los materiales asfálticos, lo cual daría una pauta para que se impartan asignaturas técnicas electivas relacionadas al laboratorio y diseño de pavimentos.

Una vez la Escuela de Ingeniería Civil cuente con el equipo y la información necesaria podrá iniciar investigaciones sobre distintos tópicos de Suelos y Materiales y continuar apoyando a las empresas en el control de calidad de los mismos.

1.5 ALCANCES

Evaluar y diagnosticar el equipo necesario para la realización de pruebas que contribuyan a aumentar la capacidad de apoyo del laboratorio en su prestación de servicios a estudiantes y particulares.

Estudio de la funcionalidad de la estructura organizativa del laboratorio.

Se incluye el área de asfalto ajena al área de materiales, tal como debe corresponder en todo laboratorio.

1.6 METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

- * Uso de bibliografía recomendada.
- * Identificación del equipo para realizar las pruebas.
- * Entrevistas a profesionales especializados en laboratorios de suelos y materiales.
- * Visitas a laboratorios existentes en el país.
- * Observación del funcionamiento del laboratorio de la Escuela de Ingeniería Civil.
- * Investigación de precios o tarifas que cobran otros laboratorios en su prestación de servicios.

CAPITULO II

"ENSAYOS PROPUESTOS PARA EL LABORATORIO DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL"

INTRODUCCION

En ingeniería se entiende por ensayo, el procedimiento utilizado para determinar las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los materiales.

Los ensayos físicos permiten conocer el contenido de humedad, granulometría, permeabilidad, capilaridad, etc., los químicos conocer la composición de los materiales y los ensayos mecánicos o físico-mecánicos, el comportamiento de un material bajo la acción de fuerzas externas. Los procedimientos para realizar estos ensayos están regidos por normas técnicas sugeridas por organismos internacionales en diversos países o continentes; tales como; American Society for Testing and Materials (A.S.T.M.), British Standard (B.S.), American Association of State Highway and Transportation Officials (A.A.S.H.T.O.), además existen I.S.O., D.I.N., A.N.S.I., etc.

Se presentan tres áreas: suelos, materiales y pavimentos y asfaltos, ya que se considera que éstas son las áreas específicas que debe cubrir un laboratorio de materiales.

El listado de ensayos que se enumeran en éste capítulo estan bajo normas ASTM, AASHTO y BS, detallando nombre, objetivo y el equipo que se usa en cada uno de ellos, si se desea conocer el procedimiento de éstos ensayos se recomienda consultar los textos de las asociaciones mencionadas.

2.1 AREA DE SUELOS

2.1.1 RECOLECCION DE MUESTRAS DE SUELO EN EL CAMPO.

REFERENCIA: ASTM D420

OBJETIVOS:

- Enseña un método para la obtención de muestras de suelo alterado.
- Obtener, la variación, según la profundidad, del contenido de humedad natural del suelo.
- Recolectar información para dibujar un perfil de suelo simple.
- Obtener muestras de suelo para futuras prácticas de laboratorio.

EQUIPO:

- 1 Barrena de 100 mm. de diámetro.
- 1 Barrena de 150 mm. de diámetro.
- 1 Barrena de 200 mm. de diámetro.
- 1 Barrena de 50 mm. de diámetro.
- 1 Barrena espiral de 40 mm de diámetro.
- 2 Barras de extensión para barrenas.
- 2 Llaves para remover barrenas.
- 2 Piezas en forma de "T" para maniobrar barrenas.

- 2 Llaves stillson N° 14.
- 1 Conector de barrenas de 50 mm. de diámetro.
- 100 Bolsas de plástico de 450 mm x 1000 mm.
- 1 Cíncel.
- 1 Cuchara de acero.

2.1.2 DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.

REFERENCIA: ASTM D2216

OBJETIVOS:

- Determinar la cantidad de agua presente en una cantidad dada de suelo en términos de su peso en seco.

EQUIPO:

- 1 Balanza, con precisión de 0.1 gr.
- 1 Horno con control de temperatura.
- 1 Recipiente para conservar humedad.
- 1 Cuchara metálica.
- 1 Bandejas para muestras.

2.1.3 DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO.

REFERENCIA: ASTM D4318

OBJETIVOS:

- Determinar la consistencia ó el grado de cohesión de las partículas de un suelo..

EQUIPO:

- 1 Balanza de 0.1 gr de precisión
- 1 Recipiente de porcelana.
- 1 Espátula.
- 1 Probeta de 100 ml.
- 1 Copa de Casa Grande con herramienta para hacer ranura.
- 1 Recipiente para contenido de humedad.
- 1 Tamiz N° 40 (U.S. Standard)

2.1.4 DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO.

REFERENCIA: ASTM D4318

OBJETIVOS:

- Determinar la consistencia ó el grado de cohesión de las partículas de un suelo.

EQUIPO:

- 1 Varilla de comparación.
- 1 Espátula, con hoja de 200 mm.
- 1 Placa de vidrio.
- 1 Mortero y mano de mortero.

2.1.5 DETERMINACION DEL LIMITE DE CONTRACCION

REFERENCIA: ASTM D427

OBJETIVOS:

- Obtener el contenido de humedad por debajo del cual no se presenta cambio adicional en el volumen de una masa de suelo y obtener una indicación cuantitativa del cambio total que puede ocurrir.

EQUIPO:

- 1 Placa dentada (3 apoyos)
- 1 Cápsula de contracción.
- 1 Vaso de vidrio.
- 1 Placa de vidrio.
- 1 Regla metálica.
- 1 Escobilla de tamices.
- 2 Espátulas, con hoja de 100 mm.
- 1 Bandeja para muestras.
- 1 Probeta de vidrio, de 25 ml.
- 2 Cápsula de evaporación.
- 1 Mortero y mano de mortero.
- 10 Mercurio metálico.

2.1.6 ANALISIS GRANULOMETRICO.

- METODO MECANICO

REFERENCIA: ASTM D422

OBJETIVOS:

- Determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo dada.

EQUIPO:

- 1 Mortero y mano de mortero.
- 1 Vibrador de tamicez.
- 1 Juego de tamicez (incluyendo N° 10 y N° 200).
- 1 Balanza con precisión de 0.1 gr.

2.1.7 ANALISIS GRANULOMETRICO.

- METODO DEL HIDROMETRO

REFERENCIA: ASTM D422

OBJETIVOS:

- Determinar las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo dada.

EQUIPO:

- 2 Probeta de vidrio, de 2000 ml.
- 2 Hidrometros.
- 1 Baño a temperatura constante.
- 1 Mezcladora de alta velocidad.
- Hexametafosfato de sodio.
- 1 Balanza analitica.

2.1.8 GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SUELOS.

REFERENCIA: ASTM D854

OBJETIVO:

- Calcular la relación de vacío de un suelo.

EQUIPO:

- Bomba de vacío.
- Mortero y mano de mortero.
- Balanza con precisión 0.1 gr.
- Suministro de agua desairada.
- Recipiente para agua.

2.1.9 PESO UNITARIO DE LOS SUELOS COHESIVOS.

REFERENCIA: ASTM D2937

OBJETIVOS:

- Conocer un método rápido de determinación del

peso unitario de un suelo cohesivo.

EQUIPO:

- 1 Probeta de vidrio, de 1000 ml.
- 1 Balanza con precisión de 0.1 gr.
- 1 Botella plástica, con capacidad de 1 litro.

2.1.10 VALOR DEL PH DE UN SUELO.

- METODO COLORIMETRICO

REFERENCIA: ASTM D1067

OBJETIVOS:

- Determinar el valor de PH de un suelo por comparación de color con un indicador químico de soluciones preparadas en el campo.

EQUIPO:

- 1 Equipo de ensayo de suelo BDH.
- 1 Recipiente recibidor, de 200 mm de diámetro.
- 1 Tamiz de 200 mm de diámetro N° 10.
- 1 Espátula Chattaway.
- 1 Bandeja para muestra.
- 1 Vaso de vidrio, de 1000 ml.
- 1 Botella de lavado, de 500 ml.
- 1 Vara de vidrio, para agitar.

2.1.11 VALOR DEL EQUIVALENTE DE ARENA.

REFERENCIA: ASTM D2419

OBJETIVOS:

- Determinar la proporción relativa de arcillas ó finos plásticos y polvo en suelos granulares y agregados finos.

EQUIPO:

- 1 Aparato del equivalente de arena.
- 1 Sifón ensamblado.
- 1 Sacudidor del equivalente de arena.
- 1 Clocluro de calcio.
- 1 Glycerol, AR.
- 1 Paleta.
- 1 Cronómetro.
- 1 Bandeja para muestras.
- 1 Formaldehido.

2.1.12 RELACION DENSIDAD-HUMEDAD DE LOS SUELOS.

(ENSAYO DE COMPACTACION)

REFERENCIA: ASTM D698 Y D1557

OBJETIVOS:

- Obtener la relación densidad-humedad para un

esfuerzo de compactación dado sobre un suelo particular.

EQUIPO:

- 1 Probeta graduada, de 1000 ml.
- 1 Báscula con capacidad para 25 kg.
- 1 Molde de compactación con base y collar ($\phi 4''$, $\phi 6''$).
- 1 Regla de acero (enrazador).
- 1 Martillo de compactación (5.5 Lbs, 10 Lbs).
- 1 Extractor de muestras.
- 1 Mezcladora para suelos.
- 1 Bandeja.
- Recipiente para contenido de humedad.

2.1.13 INDICE MAXIMO Y MINIMO DE DENSIDAD.

REFERENCIA: ASTM D4253 Y D4254

OBJETIVOS:

- Determinar el estado de compactación de un suelo.

EQUIPO:

- 1 Báscula de Plataforma.
- 1 Aparato de densidad relativa.
- 1 Determinador de infiltración de 1" de

diámetro.

- 1 Determinador de infiltración de 1½" de diámetro.
- 1 Cuchara metálica.
- 1 Cronómetro.
- 1 Regla metálica.
- 1 Bandeja para muestras.

2.1.14 DENSIDAD DE UN SUELO, EN EL CAMPO.

REFERENCIA: ASTM D1556 Y D2167

OBJETIVOS:

- Determinar la densidad de un suelo directamente en el campo.

EQUIPO:

- 1 Aparato de cono de arena.
- 1 Aparato de densidad con balón.
- 1 Juego de herramientas para excavar.
- 1 Latas con tapadera hermética.
- 1 Balanza de laboratorio, con precisión de 0.1 gr.
- 100 Bolsas plásticas para muestras.
- 1 Placa para apoyar el aparato.
- 1 Arena de otawa.
- 1 Horno de 220°C.

2.1.15 PRUEBA DE CONSOLIDACION.

REFERENCIA: ASTM D2435 Y D4546

OBJETIVOS:

- Determinar la consolidación ó deformación plástica debida a la reducción en la relación de vacios (asentamientos), la cual es función del tiempo.

EQUIPO:

- 1 Aparato de consolidación.
- 1 Deformímetro de carátula, con lectura de 0.01 mm. de precisión.
- 1 Equipo de cargas.
- 1 Cronómetro.
- 1 Equipo de moldeo de muestras.

2.1.16 PRUEBA DE COMPRESION INCOFINADA.

REFERENCIA: ASTM D2166

OBJETIVOS:

- Evaluar la resistencia al corte, de los suelos cohesivos.

EQUIPO:

- 1 Máquina de compresión incofinada.

- 1 Deformímetro de carátula con precisión de 0.01 mm.
- 1 Equipo de moldeo de muestras.
- 1 Cronómetro.
- 1 Balanza con precisión de 0.1 gr.

2.1.17 PRUEBA DE CORTE DIRECTO.

REFERENCIA: ASTM D3080

OBJETIVOS:

- La determinación rápida de los parámetros de resistencia ϕ (ángulo de fricción interna) y C (cohesividad) de un suelo.

EQUIPO:

- 1 Aparato de corte directo.
- 1 Deformímetro de carátula, con precisión de 0.01 mm.
- 1 Nivel pequeño.

2.1.18 PRUEBA DE LA RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

REFERENCIA: ASTM D1883

OBJETIVOS:

- Se establece en él una relación entre la

resistencia a la penetración de un suelo, y su capacidad de soporte como base de sustentación para pavimentos flexibles.

EQUIPO:

- 1 Equipo de CBR (cuerpo de molde CBR, collar de extensión CBR y base de molde CBR).
- 1 Martillo de compactación.
- 1 Aparato para medir la expansión con deformímetro de carátula, con precisión de 0.01 mm.
- 1 Pesos para sobrecarga.
- 1 Máquina de compresión equipada con pistón de penetración CBR.

2.1.19 PRUEBA TRIAXIAL - SIN MEDICION DE PRESION EN POROS.

REFERENCIA: ASTM D2850

OBJETIVOS:

- La determinación de los parámetros de suelos ϕ (ángulo de fricción interna) y c (cohesividad).

EQUIPO:

- 1 Máquina de compresión con deformación

unitaria controlada.

- 1 Cámara triaxial.
- 1 Molde para la muestra.
- 1 Bomba de vacío y fuente de presión de aire.
- 1 Calibrador o pie de rey.
- 1 Equipo para moldear la muestra.

2.1.20 PRUEBA TRIAXIAL - CON MEDICION DE PRESION EN POROS.

REFERENCIA: ASTM D2850

OBJETIVOS:

- Obtener por medio de la prueba presiones de poros en el agua y/o cambios de volumen ocurridos durante el ensayo de resistencia al corte de tipo triaxial.

EQUIPO:

- 1 Máquina de compresión con deformación unitaria controlada.
- 1 Cámara triaxial.
- 1 Aparato de presión de poros ó un transductor de presiones con equipo de registro electrónico.
- 1 Molde para la muestra.
- 1 Calibradores.

- 1 Equipo para moldear la muestra.

2.1.21 DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (CABEZA CONSTANTE).

REFERENCIA: ASTM D2434

OBJETIVOS:

- Determinar el coeficiente de permeabilidad en un suelo granular.

EQUIPO:

- 1 Aparato de permeabilidad, con cabeza constante.
- 1 Cronómetro.
- 1 Termómetro.
- 1 Bureta.
- 1 Soporte universal.

2.1.22 DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (CABEZA VARIABLE).

REFERENCIA: ASTM D2434

OBJETIVOS:

- Determinar el coeficiente de permeabilidad en un suelo granular.

EQUIPO:

- 1 Aparato de permeabilidad, con cabeza variable.
- 1 Cronómetro.
- 1 Termómetro.
- 1 Bureta.
- 1 Soporte universal.
- 1 Equipo para moldear la muestra.

2.2 AREA DE MATERIALES

2.2.1 MATERIALES PETREOS

AGREGADOS PARA CONCRETO: ASTM C-33.

2.2.1.1 ANALISIS GRANULOMETRICO.

REFERENCIA : ASTM C-136

OBJETIVOS:

- Separar las partículas por tamaño por medio de mallas o tamices.

EQUIPO:

- Agitador eléctrico.
- Balanza ó báscula con exactitud de 0.1 por ciento.
- Mallas o tamices.

AGREGADOS	TAMAÑO	
	Pulg.	mm.
FINOS	3/8	9.5
	#4	4.75
	#8	2.36
	#16	1.18
	#30	600 μ
	#50	300 μ
	#100	150 μ
GRUESOS	3½	90
	3	75
	2½	63
	2	50
	1½	37.5
	1	25
	¾	19
	1/8	12.5
3/8	9.5	

- Horno: tamaño adecuado que tenga la capacidad de mantener la temperatura uniforme en $110^{\circ}\text{C}\pm 5$.

2.2.1.2 ENSAYO DE COLORIMETRIA (ARENA).

REFERENCIA : ASTM C-40

OBJETIVOS:

- Determinar el grado de contaminación del material o el contenido de impurezas orgánicas.

EQUIPO:

- 6 Botellas de vidrio incoloro, sección oval y

aproximadamente 350 ml, con tapón hermético.

- Reactivos y solución de color estándar de referencia.
- Tabla de comparación (gardner o placa orgánica).

2.2.1.3 ENSAYO DE SANIDAD.

REFERENCIA : ASTM C-88

OBJETIVOS:

- Conocer la dureza del material.

EQUIPO:

- Tamices N° 100, 50, 30, 16, 8, 5 y 4.
- Recipiente para agregados.
- Regulador de temperaturas (refrigerador).
- Balanza.
- Horno de $230^{\circ} \pm 9^{\circ} \text{ F}$ ($110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$).
- Medidor de gravedad específica (hidrometro).
- Solución: sulfato de sodio ó magnesio.

2.2.1.4 PESO VOLUMETRICO Y VACIOS.

REFERENCIA : ASTM C-29

OBJETIVOS:

- Conocer el peso por unidad de volumen del material.

EQUIPO:

- Balanza o báscula con exactitud de 0.1% del peso de la muestra.
- Varilla de compactación, $\phi 5/8$ " y de largo 24" de acero y punta redondeada.
- Medida: recipiente metálico cilíndrico preferiblemente provisto de asas.
- Balanza.
- Horno de $230^{\circ} \pm 9^{\circ}$ F ($110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}$ C).
- Medidor de gravedad específica (hidrómetro).
- Solución: sulfato de sodio ó magnesio.

2.2.1.5 PRUEBA DE LOS ANGELES.

REFERENCIA : ASTM C-131 (Para agregado grueso de tamaño pequeño).

ASTM C-535 (Para agregado grueso de tamaño grande, T.M.A $>1\frac{1}{2}$ ").

OBJETIVOS:

- Conocer la calidad de los agregados.

EQUIPO:

- Maquina de los Angeles.
- Tamices (de acuerdo a E-11, incluyendo tamiz N° 12).
- Balanza o báscula con precisión de 0.1% del peso de la muestra.

2.2.1.6 GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS.

REFERENCIA : ASTM C-127 (Para agregado grueso).

OBJETIVOS:

- Conocer el valor de gravedad específica para el diseño de las mezcla de mortero y/o concreto.

EQUIPO:

- Balanza con capacidad 5 kg ó más.
- Recipiente para muestra (bote vertedor).

REFERENCIA : ASTM C-128 (Para agregado fino).

OBJETIVO:

- Conocer el valor de gravedad específica y

absorción para diseño de mezclas de mortero y/o concreto.

EQUIPO:

- Balanza o báscula con capacidad de 1 kg, precisión de 0.1% del peso de la muestra.
- Picnómetro.
- Molde: de forma tronco-conica con las siguientes dimensiones:
Diámetro mayor 90 ± 3 mm.
Diámetro menor 40 ± 3 mm.
Altura 75 ± 3 mm.
hecho con una chapa de metal con espesor mínimo de 0.8 mm.

2.2.1.7 PRACTICA PARA LA EXAMINACION PETROGRAFICA DE AGREGADOS PARA CONCRETO.

REFERENCIA : ASTM C-295

OBJETIVOS:

- Conocer la petrografía de materiales propuestos para agregados del concreto.

EQUIPO y MATERIALES:

Para preparación de especímenes.

- Sierra para cortar rocas, con hoja de diamante (350 mm de largo).
- Esmeril horizontal (400 mm de diámetro).
- Rueda pulidora (200 a 300 mm de diámetro).
- Abrasivos: (lija de silicón N° 100).
- Martillo y cuchara.
- Plantilla, clara o transparente, anticorrosiva 25 x 45 mm de tamaño.
- Bálsamo canadiense, neutral, xilene, o el adecuado, a baja viscosidad epóxica, o lokesite 70.
- Xilene.
- Medio para preparación.
- Horno para laboratorio.
- Plato cuadrado de vidrio.
- Vasija de metal para rompimiento de muestras.
- Microtapadera de vidrio (cuadrada de 12 mm, 18 mm, 25 mm, etc.).
- Juego de mortero.

EQUIPO Y MATERIALES PARA LA EXAMINACION DE ESPECIMENES.

- Microscopio polarizado, con graduación mecánica, (bajo, medio, alto poder de objetivos y mecanismo para centrar objetivos).

- Lámpara de microscopio.
- Microscopio esteroscopio (con objetivos y oculares).
- Iman, preferiblemente electromecánico.
- Porta agujas y puntos.
- Botella con gotero (6 ml de capacidad).
- Forceps.
- Papel cristalino.
- Camara fotomicrografica y accesorios.

2.2.2 CEMENTO.

2.2.2.1 PRUEBA DE TIEMPO DE FRAGUADO.

REFERENCIA : ASTM C-191

OBJETIVO:

- Conocer el tiempo de fraguado del cemento y verificar si cumple con las especificaciones recomendadas.

EQUIPO:

- Aparato de Vicat.
- Balanza de precisión de 0.1 gr.
- Probeta (de vidrio graduado).

2.2.2.2 PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION.

"METODO ESTANDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESION DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRALICO (USANDO MUESTRA CUBICAS DE 2" o 50 mm"

REFERENCIA : ASTM C-109

OBJETIVO:

- Conocer la resistencia a la compresión del cemento en cubos de 2" x 2" y verificar si cumple con las especificaciones recomendadas.

EQUIPO:

- Balanza con capacidad de 2000 gr.
- Probeta de vidrio de 25 ml a 500 ml.
- Moldes cúbicos de 2 pulg ó 50 mm.
- Mezcladora, recipiente o tazón y pala.
- Mesa y molde de flujo.
- Pisonador (diámetro de $\frac{1}{2}$ " a 1" y longitud de 5" a 6").
- Paleta de 4" a 6" de longitud con aristas rectas.
- Maquina para el ensayo de compresión.

2.2.2.3 PRUEBA DE FINURA DEL CEMENTO HIDRAULICO.

"METODO DE LA MALLA N° 325"

REFERENCIA : ASTM C-430

OBJETIVO:

- Conocer la finura del cemento y verificar si cumple con las especificaciones requeridas.

EQUIPO:

- Tamiz N° 325 (metálico de forma circular, U.S. Standard).
- Regadera.
- Calibrador de presión: ϕ min. 3" (75 mm)
graduación 1 PSI (6.9 KPa). Capacidad 30 PSI (207 kg)
Exactitud 10 PSI (69 KPa) \pm 0.25 PSI (\pm 1.7 KPa).
- Mezcladora, recipiente o tazón y pala.
- Mesa y molde de flujo.
- Pisonador (diámetro de $\frac{1}{2}$ " a 1" y longitud de 5" a 6").
- Paleta de 4" a 6" de longitud con aristas rectas.
- Maquina para el ensayo de compresión.

"METODO DEL TURBIDIMETRO"

REFERENCIA : ASTM C-115

OBJETIVO:

- Conocer la finura del cemento y verificar si cumple con las especificaciones requeridas.

EQUIPO:

- Turbidímetro.
- Fuente de luz.
- Mecanismo absorbente de calor.
- Filtro retardante.
- Deposito de sedimentación.
- Celda fotoeléctrica.
- Brocas, aparato de elevación.
- Micrómetro.
- Tamiz N° 325.
- Aparato removedor.
- Cronómetro.
- Aparato de precisión de 0.1 gr.

"METODO DE BLAINE Ó PERMEABILIDAD AL AIRE"

REFERENCIA : ASTM C-204

OBJETIVO:

- Conocer la finura del cemento y verificar si cumple con las especificaciones requeridas.

EQUIPO:

- Celdas de permeabilidad.
- Discos 0.9 ± 0.1 mm.
- Sumergidor.
- Papel filtrante.
- Manómetro.
- Líquido manométrico.
- Cronómetro.

2.2.2.4 PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA EXPANSION DEL CEMENTO POR MEDIO DE AUTOCLAVE.

REFERENCIA : ASTM C-151

OBJETIVO:

- Este método cubre la determinación de la expansión del cemento portland por medio de un test autoclave en un espécimen de cemento limpio, con el fin de determinar la sanidad del cemento.

EQUIPO:

- Balanza de precisión 0.1 gr.
- Probeta de vidrio de 200 ó 250 ml.
- Moldes de 1" x 1".
- Paleta de metal con hoja de 4" a 6".
- Auto-Clave: Disco de rompimiento.
- Calibrador o pie de rey.

2.2.2.5 PRUEBA ESTANDAR DE CONSISTENCIA O FLUIDEZ EN UNA MESA DE FLUIDEZ.

REFERENCIA : ASTM C-230

OBJETIVO:

- Determinar la fluidez o consistencia de la pasta con el fin de efectuar diseños de mezclas de mortero.

EQUIPO:

- Mesa de flujo para uso en pruebas de cemento hidráulico.

2.2.2.6 PRUEBA ESTANDAR DE FRAGUADO FALSO EN CEMENTO HIDRAULICO.

"METODO DE LA PASTA"

REFERENCIA : ASTM C-451

OBJETIVO:

- Conocer el tiempo de fraguado del cemento hidráulico con el fin de verificar si no se da un aumento temprano de la resistencia del cemento.

EQUIPO:

- Aparato de Vicat.
- Cuchara de albañil.
- Mezclador, tazón, pala y raspador.
- Probeta (de vidrio graduada).
- Balanza de precisión 0.1 gr.

2.2.2.7 PRUEBA ESTANDAR DE CALOR DE HIDRATACION DEL CEMENTO HIDRAULICO.

REFERENCIA : ASTM C-186

OBJETIVO:

- Conocer el calor de hidratación del cemento hidráulico, que se da al reaccionar el agua y el cemento.

EQUIPO:

- Aparato calorímetro:

- Calorímetro.
- Recipiente aislador ó aislante.
- Termómetro.
- Embudo.
- Agitador ensamblado (aspas).
- Mezclador de velocidad moderada.
- Cuarto (espacio físico) para almacenar con temperatura controlada $73.4 \pm 3^{\circ}\text{F}$ ($23 \pm 1.7^{\circ}\text{C}$).
- Mortero y mango para morterear.
- Horno de temperatura controlada 100 a 110°C .
- Botellas con capacidad de 40 mm aproximado (altura) y 25 mm apróximado (ancho).
- Cronómetro.
- Tamices N° 100 y 20.
- Crisol de platino capacidad 30 ml.
- Termostato con capacidad 900° a 950°C .
- Balanza de precisión 0.1 gr.

2.2.2.8 PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DEL CEMENTO HIDRAULICO.

REFERENCIA : ASTM C-188

OBJETIVO:

- Este método cubre la determinación de la densidad del cemento hidráulico, es particularmente usada para el diseño y control de mezclas de concreto y se define como la masa por unidad de volumen de los sólidos.

EQUIPO:

- Tubo de Le Chatelier.
- Kerosena, libre de agua, o nafta, que tenga una gravedad no menor que 62 API.

2.2.3 CONCRETO HIDRAULICO.

2.2.3.1 MEZCLADO Y MUESTREO DE CONCRETO FRESCO.

REFERENCIA : ASTM C-172

OBJETIVO:

- Proceder a muestrear el concreto de tal manera que la muestra sea representativa del total del concreto.

EQUIPO:

- Camiones concreteros o concreteras estáticas.

2.2.3.2 DESPLOME DE CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND
(REVENIMIENTO).

REFERENCIA : ASTM C-143

OBJETIVO:

- Conocer en una forma indirecta la consistencia o trabajabilidad del concreto, además, verificar si cumple con el revenimiento especificado en el diseño.

EQUIPO:

- Molde o cono de revenimiento.
- Varilla lisa punta de bala 24" longitud y ϕ 5/8".
- Base de metal horizontal (placa).

2.2.3.3 PRUEBA DE TEMPERATURA DEL CONCRETO FRESCO.

REFERENCIA : ASTM C-1064

OBJETIVO:

- Conocer el valor de temperatura del concreto y verificar si cumple con las especificaciones requeridas.

EQUIPO:

- Contenedor o recipiente.
- Termómetro con rango de 0° a 120°F (-18° a 49°C).

2.2.3.4 PRUEBA PARA DETERMINAR PESO UNITARIO, RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO FRESCO.

REFERENCIA : ASTM C-138

OBJETIVO:

- Este método cubre la determinación del peso por unidad cúbica de mezclas de concreto fresco y presenta fórmulas para el cálculo del rendimiento, contenido de aire y cemento, del concreto.

EQUIPO:

- Balanza.
- Varilla de ϕ 5/8" y largo 24".
- Vibrador interno.
- Plato.
- Equipo de calibración.
- Mazo (punta de goma) de 1.25 ± 0.5 Lb (0.5 pie³).

2.2.3.5 PRUEBA DE CONTENIDO DE AIRE DE MEZCLAS DE CONCRETO FRESCO POR EL METODO DE PRESION.

REFERENCIA : ASTM C-231

OBJETIVO:

- Determinar el contenido de aire de mezclas frescas de concreto por medio de la observación del cambio de volumen ocasionado por un cambio de presión.

EQUIPO:

- Contador (medidor) de aire.
- Tazón medidor (0.20 pie³).
- Cubierta para maquinaria.
- Vaso de calibración.
- Varilla de 24" de largo y ϕ 5/8".
- Mazo (punta de goma).
- Barra para separar.
- Embudo.
- Medida para agua.
- Vibrador.
- Tamices.
- Tubo para rociar.
- Cuchara de albañil.
- Rosca u otro artificio para retención de

cilindros de calibración en el lugar.

2.2.3.6 PRUEBA DE HECHURA Y CURADO DE ESPECIMENES DE CONCRETO HECHOS EN EL CAMPO.

REFERENCIA : ASTM C-31

OBJETIVO:

- Este método presenta un procedimiento para la hechura y curado de especímenes cilíndricos de concreto hechos en el campo y que puede ser consolidado.

EQUIPO:

- Moldes ($\phi = 15.0$ cm, $h = 30.0$ cm).
- Moldes para viguetas (10.0 cm y 75.0 cm).
- Varilla 5/8" ϕ y $h = 24$ ".
- Vibrador (opcional).
- Mazo (punta de goma).
- Caja pequeña.
- Aparato de revenimiento.
- Aparato para contenido de aire.
- Receptáculo para mezclas y muestrear.

2.2.3.7 PRUEBA DE HECHURA Y CURADO DE ESPECIMENES DE CONCRETO EN EL LABORATORIO.

REFERENCIA : ASTM C-192

OBJETIVO:

- Este método cubre el procedimiento para la hechura y curado de especímenes de concreto bajo condiciones óptimas de laboratorio.

EQUIPO:

- Moldes ($\phi = 15.0$ cm, $h = 30.0$ cm).
- Varilla $5/8"$ ϕ y $h = 24"$, punta de bala.
- Mazo.
- Vibrador.
- Cono de revenimiento.
- Receptáculo para mezclas y muestrear.
- Tamices o moldes.
- Aparato para contenido de aire.
- Cinta métrica.
- Concretera:

2.2.3.8 PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE CEMENTO EN UNA MEZCLA FRESCA DE CONCRETO.

REFERENCIA : ASTM C-1078

PROCEDIMIENTO A: METODO QUIMICO

EQUIPO:

- Balanza con capacidad de 2600 gr. y precisión 0.1 gr.
- Recipiente de plástico de 4.7 Lts.
- Pala y guantes de goma.
- Recipiente de plástico, para muestras de 1.9 Lts.
- Tamiz rectangular de acero (389 x 313 x 203 mm) con abertura de 4.75 mm al medio N° 4, N° 50 y N° 100.
- Pipeta para conexión de 125 ± 10 ml.
- Pipeta automática de 300 ± 25 ml.
- Removedor magnético.
- Bureta de 100 ml.
- Envase cónico con capacidad para 500 ml. y 800 a 1000 ml.
- Distribuidor de volumen fijo de plástico con capacidad de 5 ml.
- Envases para distribuir reactivos.

PROCEDIMIENTO B: METODO FLUOROMETRICO

EQUIPO:

- Balanza con capacidad de 2600 gr y precisión de 0.1 gr.
- Pala de 3" de ancho y 8" de largo.

- Recipiente plástico de 1.9 Lt.
- Tanque de capacidad 10 galones para la suspensión del cemento.
- Tamices (12" de ϕ) N° 4, N° 50 y N° 100.
- Removedor magnético.
- Pipeta tipo jeringa (de 30 ml).
- Pipeta automática de 200 a 100 ml.
- Pipeta con punta disponible de 20 a 100 ml.
- Frascos de plástico de 250 a 500 ml.
- Analizador de calcio de 20 a 100 ml.
- Garrafa plástica de 2 galones con grifo.

2.2.3.9 PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE AGUA DE UNA MEZCLA FRESCA DE CONCRETO.

REFERENCIA : ASTM C-1079

PROCEDIMIENTO A: METODO QUIMICO

EQUIPO:

- Balanza con capacidad mínima de 2600 gr. y sensibilidad de 0.1 gr.
- Pala.
- Guantes de goma.
- Recipiente de 4.7 Lts, de plástico.
- Sacudidor boca amplia de plástico con tapadera

de rosca y capacidad 1.9 Lt (para agitar y mezclar).

- Concreteira con capacidad de 40 a 60 RPM.
- Beaker cónico de 500 ml.
- Pipeta de vidrio de 25 ml.
- Pipeta automática de 25 ml.
- Botellas para reactivo con tapaderas, capacidad 32 onzas ó 1 Lt.
- Bureta acrílico de 100 ml.
- 2 frascos volúmetricos de 500 ml, de plástico.
- Dispersador de volumen fijo, uno de 2 ml y dos de 5 ml.
- Abrazaderas.
- Garrafa rectangular de plástico con capacidad de 2 galones.

PROCEDIMIENTO A: METODO COULOMETRICO

EQUIPO:

- Balanza con capacidad mínima de 2600 gr con precisión de 0.1 gr.
- Pala de aluminio 3" de ancho y 8" de longitud.
- Recipiente plástico de 4.7 Lt.
- Recipiente plástico con tapadera de rosca para remover líquidos, con capacidad de 1/2 galón.
- Máquina centrífuga de velocidad variable con 4

espacios para tubos de 15 ml.

- Tubo para máquina centrífuga (de 15 ml).
- Pipeta automática (100 ml).
- Tapones para pipeta de 100 ml.
- Medidor de cloruro.
- Frascos volúmetrico de 250 ml.
- Garrafa rectangular de plástico de 2 galones con grifo.

2.2.3.10 PRUEBA DE SANGRADO DE CONCRETO.

REFERENCIA : ASTM C-232

OBJETIVO:

- Determinar la cantidad relativa de agua que sangra una mezcla fresca de concreto.

METODO A: MUESTRA CONSOLIDADA

EQUIPO:

- Contenedor ($\frac{1}{2}$ pies³).
- Cinta métrica.
- Pipeta.
- Vaso graduado (100 cm³).
- Varilla punta de bala 5/8" de ϕ y h= 24".
- Beaker (1000 cm³) opcional.
- Balanza (opcional).

- Plato calentador eléctrico (opcional).

METODO B: MUESTRA CONSOLIDADA POR VIBRACION

EQUIPO:

- Plataforma vibradora.
- Reloj o cronómetro.
- Contenedor.
- Cinta métrica.
- Pipeta.
- Vaso graduado (100 cm³).
- Beaker (1000 cm³).
- Balanza (opcional).
- Plato calentador electrico (opcional).

2.2.3.11 PRUEBA DE PENETRACION EN MEZCLAS FRESCAS DE CONCRETO HECHAS CON CEMENTO PORTLAND, USANDO LA BOLA DE ACERO.

REFERENCIA : ASTM C-360

OBJETIVO:

- Este método cubre la determinación del agujero hecho por un peso de metal que penetra en una mezcla fresca de concreto hecha con cemento portland.

EQUIPO:

- Bola de Kelly.
- Pesas.
- Mango o Asidero.
- Estribo.

2.2.3.12 DETERMINACION DEL FACTOR DE COMPACTACION.

REFERENCIA : BS 1881: PARTE 103, BS 5075

OBJETIVO:

- Determinar la consistencia o trabajabilidad del concreto fresco hecho con cemento portland.

EQUIPO:

- Varilla para vibrar el concreto.
- Aparato para factor de compactación.
- Barra de compactación.
- Plancha de acero (flotador a acero).
- Balanza para campo, con capacidad de 25 Kg y precisión de 1.0 gr.
- Concretera.

2.2.3.13 DETERMINACION DEL VEBE TIME.

REFERENCIA : BS 1881: PARTE 104

OBJETIVO:

- Determinar la consistencia o trabajabilidad del concreto. Se conoce como una variación mecanizada del método del cono de revenimiento.

EQUIPO:

- Varilla para vibrar el concreto.
- Vibro consistómetro, contiene mesa vibratoria, contenedor, cono de revenimiento, vaso graduado y plancha. 220 - 240 V, 50 Hz, 1 fase.
- Cuchara para colocar el concreto.
- Cronómetro.

2.2.4 PRUEBA DE CONCRETO ENDURECIDO,

NOTA:

Se hace necesario en esta área, la utilización de los ensayos ASTM C-31, C-39, C-42, C-192, correspondientes a mezclas frescas de concreto.

2.2.4.1 DETERMINACION DEL TIEMPO DE ENDURECIMIENTO DE MEZCLAS DE CONCRETO POR MEDIO DE RESISTENCIA A LA PENETRACION.

REFERENCIA : ASTM C-403

OBJETIVO:

- Determinar el tiempo de endurecimiento (fraguado) del concreto con revenimiento mayor que cero. Por medio de medición de la resistencia a la penetración del mortero tamizado de la mezcla de concreto.

EQUIPO:

- Contenedor para el especimen de mortero.
- Aparato de resistencia a la penetración.
- Varilla de acero de 5/8" de ϕ y 24" de longitud.
- Pipeta.
- Termómetro.

2.2.4.2 RESISTENCIA A LA ABRASION DEL CONCRETO POR MEDIO DE RAFAGAZ DE ARENA.

REFERENCIA : ASTM C-418

OBJETIVO:

- Conocer las características de resistencia a la abrasión del concreto que estará sometido a la acción del intemperismo y de arena silica.

EQUIPO:

- Cinta métrica.
- Pesas.
- Aparato Sand - Blast (rafagaz de arena).
- Protector (Escudo).
- Abrasivo (silica natural o arena de ottawa).

2.2.4.3 ESFUERZO DE RUPTURA A LA TENSION EN MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO. (PRUEBA BRASILEÑA)

REFERENCIA : ASTM C-496

OBJETIVO:

- Este método cubre la determinación del esfuerzo de ruptura a la tensión en especímenes cilíndricos de concreto semejantes a moldes cilíndricos y cortados al centro.

EQUIPO:

- Máquina de prueba, debe llenar los requerimiento del método C-39.
- Plato soportante o barra soportante.
- Tira de soporte.

2.2.4.4 RESISTENCIA A LA PENETRACION DEL CONCRETO ENDURECIDO (PISTOLA WINSORD).

REFERENCIA : ASTM C-803

OBJETIVO:

- Este método cubre la determinación de la resistencia a la penetración del concreto endurecido usando una probeta de acero.

EQUIPO:

- Unidad impulsora (pistola Winsord).
- Probeta de acero u otro material.
- Instrumento medidor (Vernier).
- Aparato posicionador (para la unidad impulsora).

2.2.4.5 NUMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO.

REFERENCIA : ASTM C-805

OBJETIVO:

- Conocer o determinar el número de rebote del concreto endurecido utilizando un martillo de rebote (Acero) y así delimitar zonas o áreas de mala calidad, así como también para conocer la uniformidad del concreto.

EQUIPO:

- Martillo de rebote.
- Piedra abrasiva.
- Yunque de calibración.

2.2.4.6 ESFUERZO A LA COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO.

REFERENCIA : ASTM C-873

OBJETIVO:

- Este método cubre la determinación del esfuerzo a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto y verificar si éste cumple con la resistencia de diseño esperada.

EQUIPO:

- Máquiná Universal.
- Cabeceador de cilindros ($\phi 6''$).
- Cocina.
- Azufre.

2.2.4.7 PRACTICA PARA LA EXAMINACION PETROGRAFICA DEL CONCRETO ENDURECIDO.

REFERENCIA : ASTM C-856

OBJETIVO:

- Conocer la petrografía del concreto endurecido, incluye todos los artículos de concreto, que llevan cemento portland.

EQUIPO:

PARA PREPARACION DE ESPECIMENES

- Sierra para cortar rocas con hoja de diamante, preferiblemente de mesa.
- Lubricante para sierra de diamante.
- Esmeril horizontal o rueda de acero o hierro fundido (ϕ 16" o 400 mm).
- Máquina libre abrasiva, usando lija abrasiva en lubricante, como muestra en contenedor rotativo o mesa rotativa.
- Rueda pulidora (8" ó 200 mm de ϕ) y de preferencia de 2 velocidades o pulidora de vibración.
- Horno y plato caliente.
- Cincel de explorador o martillo, o ambos.
- Abrasivos.
- Plato de vidrio cuadrado.
- Lugar o sitio apropiado.
- Platina.
- Tapadera de vidrio, preferiblemente N° 1 (0.18

mm) de espesor.

PARA LA EXAMINACION DE ESPECIMENES

- Estereomicroscopio (para 7X hasta 70X).
- Remachador pequeño.
- Microscopio polarizado.
- Microscopio metalográfico.
- Ocular micrométrico.
- Disco micrométrico, para calibrar el ocular.
- Lámpara de microscopio.
- Porta agujas y puntos.
- Botellas con gotero.
- Forceps de todas clases.
- Papel transparente.
- Refractómetro y hundimiento medio.

2.2.4.8 RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACION DEL ION CLORURO.

REFERENCIA : AASHTO T-259

NOTA:

Para cualquier ampliación ver la norma arriba enunciada.

2.2.4.9 METODO ESTANDAR DE ENSAYO PARA LA DETERMINACION RAPIDA DE LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO POR EL CLORURO.

REFERENCIA : AASHTO T-277

OBJETIVO:

- Este es un método de laboratorio para la evaluación de la permeabilidad relativa de una muestra de concreto en ión cloruro.

APARATO, REACTIVOS Y MATERIALES:

- 1) Aparato de saturación al vacío.
 - 1.1) Embudo separador de 500 ml.
 - 1.2) Beaker, 1000 ml.
 - 1.3) Desecador al vacío, 250 ml.
 - 1.4) Bomba al vacío con capacidad de mantener una presión menor que 133 Pa. en desecación.
 - 1.5) Manómetro con presión de ± 66 Pa.

- 2) Aparato de baño Epoxico y materiales.
 - 2.1) Resina epoxica.
 - 2.2) Balanza, espátula.

- 3) Equipo para muestras de varias dimensiones.
 - 3.1) Sierra diamante en cama móvil.

4) Aparato para la aplicación del voltaje,
reactivos y materiales

- 4.1) Celda para sellado de muestra.
- 4.2) Solución de cloruro de sodio.
- 4.3) Solución de hidroxido de sodio.
- 4.4) Papel filtro N° 29 mm de diámetro.
- 4.5) Voltímetro digital 200 mV. 4½ digitos.
- 4.6) Voltímetro digital 99.9 V, 3½ digitos.
- 4.7) Resistencia de derivación 100 mV, 10 A.
- 4.8) Suministro de voltaje constante 60 ± 0.1 V.

2.3 AREA DE ASFALTO.

2.3.1 CEMENTO ASFALTICOS (AC).

2.3.1.1 PRUEBA DE PENETRACION.

REFERENCIA : ASTM D-5; AASHTO T-49

OBJETIVOS:

- Clasificar el cemento asfáltico según su grado de penetración. Estimar la cohesión de los materiales asfálticos, para determinar su consistencia o poder cementante.

EQUIPO:

- Aguja estandar de acero (50.8 mm = 2" de

longitud y de 1.0 a 1.02 mm ϕ). Afilada simétricamente en un extremo hasta formar un cono aproximadamente de 6.35 mm (1/4") de alto y cuyo ángulo este dentro del rango de 8°40" y 9°40'.

- Penetrómetro eléctrico o mecánico.
- Beaker de capacidad de 600 ml.
- Baño de maría.
- 2 Termómetros de hasta 100°C.
- Cronómetro (para penetrómetro mecánico).
- Solvente para limpiar aguja.
- Espátula o cincel para cortar la muestra de cemento asfáltico.

2.3.1.2 PRUEBA DE VISCOSIDAD SAYBOLT.

REFERENCIA : AASHTO T-72

OBJETIVOS:

- Determinar el grado de consistencia de los asfaltos líquidos.
- Comprobar la influencia que la temperatura ejerce en la viscosidad de los productos asfálticos.

EQUIPO:

- Viscosímetro Saybolt.
- 2 Termómetros.
- Matraces con capacidad de 60 ml.
- 1 Palangana con vertedero.
- 1 Cronómetro.
- 5 Galones de aceite estabilizador (viscosidad Saybolt universal 330-570 seg.).
- Muestra de cemento asfáltico.

2.3.1.3 PRUEBA DE PUNTO DE LLAMA.

REFERENCIA : ASTM D-92; AASHTO T-48

OBJETIVOS:

- Comprobar la propiedad de volatilidad que poseen los productos asfálticos.
- Evitar posibles accidentes o incendios al preparar mezclas asfálticas ya sea en laboratorios o en la obra misma.

EQUIPO:

- Aparato medidor del punto de llama o de inflamación (Pensky-Martens) ó una fuente de calor controlado.
- Termómetro de alto rango (100°C a 400°C).

- Solvente para limpieza.
- Copa de cleveland (de bronce).
- Soporte universal y accesorios.

2.3.1.4 PRUEBA DE PELICULA DELGADA.

REFERENCIA : ASTM D-6; AASHTO T-49 y T-179

OBJETIVOS:

- Calcular la pérdida en penetración que sufre un material asfáltico cuando es calentado, lo que es un índice de la calidad del producto asfáltico.

EQUIPO:

- Horno rectangular.
- Soporte rotativo para contenedores.
- Contenedores o taras metálicas.
- Termómetros con rango hasta 200°C.
- Equipo para prueba de penetración.

2.3.1.5 PRUEBA DE DUCTIBILIDAD.

REFERENCIA : ASTM D-113; AASHTO T-51

OBJETIVOS:

- Determinar la consistencia y flexibilidad de

los productos asfálticos.

EQUIPO:

- Ductilómetro con baño de María.
- Moldes para briquetas.
- Termómetro con rango de 50°C.
- Beaker con capacidad de 600 ml.
- Platinas de bronce.

2.3.1.6 PRUEBA DE SOLUBILIDAD.

REFERENCIA : ASTM D-2042; AASHTO T-44

OBJETIVOS:

- Determinar la pureza de un cemento asfáltico.

EQUIPO:

- Frasco para filtro 250-500 ml tubo de filtro.
- Tubo de hule o adaptador.
- Crisol de Gooch de porcelana.
- Balanza con precisión de 0.001 gr.
- Erlenmeyer capacidad de 125 ml.
- Termómetro.
- Horno.

2.3.1.7 PRUEBA DE REBLANDECIMIENTO.

REFERENCIA : ASTM D-36

OBJETIVOS:

- Conocer la temperatura exacta a la cual el asfalto se reblandece.

EQUIPO:

- Anillo: con hombros de bronce.
- Baleros: un balero de acero, 9.53 mm (3/8") de diámetro, pesando entre 3.45 y 3.44 gramos.
- Guía para centrar baleros. Construida de bronce.
- Baño: recipiente de vidrio, con capacidad de calentarse, no menos de 85 mm y no menos de 120 mm de profundidad desde la base de la llama.
- Un Beaker de 800 ml.
- Anillo de sosten.
- Termómetro (-2 a 80°C) ó (30 a 180°F).

2.3.1.8 PRUEBA DE DESTILACION.

REFERENCIA : ASTM D-402; AASHTO T-78

OBJETIVOS:

- Conocer la cantidad de volátiles o solventes que se desprenden a una temperatura

determinada, la cantidad y caracter del residuo.

EQUIPO:

- Aparato de destilación.
- Termómetro de -2 a 400°C.
- Matraz según AASHTO T-28.
- Mechero.
- Probeta calibrada de 100 cm³.
- Soportes.

2.3.1.9 PRUEBA DE FLOTACION.

REFERENCIA : ASTM D-139; AASHTO T-50

OBJETIVOS:

- Determinar el grado de rigidez y la coherencia entre partículas de los materiales asfálticos.

EQUIPO:

- Equipo de flotador y collar.
- Beaker de 800 ml.
- Soporte universal de bronce.
- Soporte circular de 5" de diámetro.
- Mechero.
- Cronómetro.

- Termómetro en rango de -2° a $+80^{\circ}\text{C}$.
- Solvente para limpiar.

2.3.1.10 PRUEBA DE GRAVEDAD ESPECIFICA.

REFERENCIA : AASHTO T-43

OBJETIVOS:

- Conocer el valor de la gravedad específica de los cementos asfálticos.

EQUIPO:

- Picnómetros.
- Termómetros.
- Balanza de precisión y brazo.
- Agitadores de vidrio.
- Mecheros Bunsen.

2.3.2 ASFALTO LIQUIDOS o REBAJADOS (CUT-BACKS).

2.3.2.1 PRUEBA DE VISCOSIDAD.

REFERENCIA : ASTM D-88; AASHTO T-72

OBJETIVOS:

- Conocer la medida de la resistencia a fluir de los asfaltos.

EQUIPO:

- Viscosímetro Saybolt y baño.
- Tubo receptor.
- Soporte para termómetros.
- Embudo destilador.
- Frasco recipiente.
- Cronómetro, graduado en décimos de segundos, y con precisión de 0.1 por ciento.
- Termómetro de viscosidad (termómetros ASTM).
- Termómetro para baño de viscosidad.

2.3.2.2 PRUEBA DE PUNTO DE LLAMA.

REFERENCIA : ASTM D-92

OBJETIVOS:

- Determinar a que temperatura se inflaman los volátiles diluyentes de los asfaltos líquidos para manejarlos adecuadamente.

EQUIPO:

- Copa de Tag.
- Calentamiento indirecto (en baño de agua).
- Termómetro (-2°C a 400°C).
- Soporte Universal y accesorios.

2.3.2.3 PRUEBA DE DESTILACION.

REFERENCIA : ASTM D-402; AASHTO T-78

OBJETIVOS:

- Conocer la cantidad de disolventes y el cemento asfáltico que el refinado empleó en la fabricación de Cut-Back.

EQUIPO:

- Aparato de destilación.
- Termómetro de -2° a 400°C.
- Matraz según AASHTO T-78.
- Mechero.
- Probeta calibrada de 100 cm³.
- Soportes.

Para Cut-Back o asfaltos rebajados los ensayos de solubilidad, ductilidad y penetración, son los mismos que se realizan para cementos asfálticos; para tales pruebas se utiliza el residuo asfáltico (cemento asfáltico) obtenido de la prueba de destilación ASTM D-402.

2.3.3 EMULSIONES ASFALTICAS.

2.3.3.1 PRUEBA DE VISCOSIDAD "SAYBOLT FUROL"

REFERENCIA : ASTM D-244, D-88

OBJETIVOS:

- Determinar la viscosidad "Saybolt Furol" de las emulsiones asfálticas, a las temperaturas de 25 y 50 grados centígrados.

EQUIPO:

- Viscosímetro "Saybolt Furol".
- Matraces aforados de vidrio, para viscosidad "Saybolt" de 60 ml. de capacidad.
- Termómetro de inmersión total con escala de 19 a 27° centígrados del tipo ASTM 17C.
- Termómetro de inmersión total con escala de 45 a 57 grados centígrados del tipo ASTM 19C.
- Baño de agua con temperatura controlable.
- Vaso de precipitado de vidrio refractorio, de 400 ml y una malla de abertura cuadrada de 0.841 milímetros, N° 20.

2.3.3.2 PRUEBA DE RESIDUO POR DESTILACION.

REFERENCIA : ASTM D-244

OBJETIVOS:

- Determinar las proporciones de agua y de residuo asfáltico contenidas en la emulsión;

el residuo de la destilación puede utilizarse para efectuar las pruebas de penetración, ductilidad y solubilidad en tetracloruro de carbono.

EQUIPO:

- Alambique cilíndrico de hierro.
- Alambique modificado de hierro, con cámara de expansión para ser usado con emulsiones asfálticas que producen gran cantidad de espuma.
- Quemadores anulares de gas de 101.6, 52.4 y 50.8 mm de diámetro interior, con perforaciones en el contorno interior.
- Un tubo de conexión, con camisa de lámina, un refrigerante recto con camisa de metal y una probeta graduada, conectados.
- Un termómetro de inmersión total con graduaciones de -2 a +300°C tipo ASTM 7C o similar.
- Un mechero tipo "Bunsen".
- Malla de aberturas cuadradas de 0.297 mm. N° 50.

2.3.3.3 PRUEBA DE MISCIBILIDAD CON CEMENTO "PORTLAND".

REFERENCIA : ASTM D-244

OBJETIVOS:

- Conocer la estabilidad de las emulsiones aniónicas al mezclarse con un material tan fino como el cemento.

EQUIPO:

- Mallas circulares de aberturas cuadradas, de 0.177 mm, N° 80, y de 1.44 mm N° 14 con su fondo, de diámetro $\phi 8''$.
- Recipiente metálico de fondo redondo y 500 ml de capacidad.
- Varilla metálica de extremos redondeados y de 1.25 cm. de diámetro, aproximadamente.
- Probeta de vidrio graduada con capacidad de 100 ml. y cemento "Portland" tipo III con superficie específica mínima de 1900 centímetros cuadrados por gramos, determinado con el método del turbidímetro de Wagner.

2.3.3.4 PRUEBA DE ASENTAMIENTO O SEDIMENTACION.

REFERENCIA : ASTM D-244

OBJETIVOS:

- Obtener un índice de la tendencia que los

globulos de asfalto tienen para sedimentarse durante un almacenamiento prolongado de las emulsiones asfálticas.

EQUIPO:

- 2 Probetas de vidrio de 500 ml, de capacidad, con graduaciones a cada 3 ml, con base ensanchada, tapón de corcho o vidrio y con diámetro exterior de 5 ± 0.5 centímetros.
- Una pipeta de vidrio de 60 centímetros cúbicos capacidad.
- Además se requiere el equipo descrito en la prueba de "Determinación del residuo por evaporación".

2.3.3.5 PRUEBA DE RETENIDO EN LA MALLA N° 20.

REFERENCIA : ASTM D-244

OBJETIVOS:

- Determinar cuantitativamente el contenido de asfalto presente en forma de globulos relativamente grandes y que pueden obstruir el espesor y la uniformidad de la película de asfalto sobre las partículas del agregado pétreo.

EQUIPO:

- Malla circular con diámetro de 10 cm. de aberturas cuadradas de 0.841 mm N° 20, con su fondo.
- Probeta de 500 cm³.
- Vaso de precipitado de vidrio, con capacidad de 1000 ml y agua destilada.

2.3.3.6 PRUEBA DE DETERMINACION DE LA CARGA ELECTRICA.

REFERENCIA : ASTM D-244

OBJETIVOS:

- Identificar las emulsiones asfálticas aniónicas o catiónicas a través de su carga eléctrica. Los glóbulos de asfalto con carga eléctrica positiva los clasifican como catiónicos; los de carga negativa como aniónicos.

EQUIPO:

- Dispositivo que proporcione una corriente eléctrica directa de 12 voltios, provisto de una resistencia variable y un miliamperímetro.
- Dos electrodos formados cada uno por una placa de acero inoxidable de 101.6 mm por 25.4 mm y

3 mm. Los electrodos estarán aislados entre sí y sostenidos paralelos y rígidamente a una distancia de 12.7 mm.

- Vaso de precipitado de vidrio, de 150 a 250 ml de capacidad.
- Un cronómetro.

Las pruebas de penetración, ductibilidad y solubilidad en tetracloruro de carbono se realizan con el residuo asfáltico obtenido de la prueba de destilación (ASTM D-244), como en los cementos asfálticos.

2.3.4 MEZCLAS ASFÁLTICAS Y PAVIMENTOS.

2.3.4.1 METODO DEL APARADO TRIAXIAL DE SMITH.

OBJETIVOS:

- Elaborar mezclas asfálticas en caliente para pavimentación y determinar sus propiedades resistentes fundamentales como son: la cohesión y el ángulo de rozamiento interno.

EQUIPO:

Para preparar mezcla y elaborar probetas:

- Recipientes metálicos (para calentar asfalto y para calentar agregados).

- Balanza de precisión de 0.1 gr.
- Tamiz N° 4.
- Termómetro con capacidad de 0° a 200°C.
- Horno con temperatura controlada.
- Espátula.
- Cocina (eléctrica).
- Molde de acero dividido en 2 mitades con dos pistones de compactación ó moldes de acero de tres piezas como el de la prueba Marshall y martillo de compactación o prensa.
- Prensa que permita el avance del pistón a velocidad uniforme.

PARA PRUEBA TRIAXIAL

EQUIPO:

- Célula triaxial de compresión equipada con manómetro para medir presiones laterales.
- Medidor de deformación para medir las deformaciones de la probeta.
- Prensa; capaz de mantener presiones estáticas de 10.5 K/cm².
- Cronómetro.

2.3.4.2 METODO DEL APARATO MARSHALL.

OBJETIVOS:

- Determinación de la resistencia a la deformación plástica de mezclas asfálticas para pavimentación.

EQUIPO:

- Conjunto de compactación formado por: molde, collar y placa base.
- Extractor para sacar la probeta del molde.
- Martillo de compactación.
- Pedestal de compactación.
- Dispositivo de fijación del molde.
- Aparato Marshall, equipado con sistema sujetador de la muestra durante el ensayo (mordazas), deformímetro y sistema compresión.
- Elemento de calefacción.
- Baño de María (con temperatura constante).
- Termómetros con escala hasta 220°C.
- Balanza de precisión.
- Espátulas.
- Gato hidráulico y pistón impulsador para sacar la muestra compactada del molde.

CAPITULO III

"COTIZACION DEL EQUIPO PARA LAS PRUEBAS PROPUESTAS"

INTRODUCCION

En éste capítulo se presenta un documento que comprende un listado de equipo para el reequipamiento y modernización del laboratorio de Materiales de la Escuela de Ingeniería Civil.

Existen diversas casas frabricantes de equipo de laboratorio que se usa en las pruebas de control de calidad de suelos, materiales, pavimentos concreto y asfaltos; entre éstas se pueden mencionar a la ELE INTERNATIONAL, FORNEY, HUMBOLDT, SOILTEST, GEOTEST, etc.

Luego de comparar catálogos, consultar a profesionales y en base a la experiencia de otros laboratorios, además por la diversidad de equipo que ofrece; la casa elegida para codificar el listado, fue la ELE INTERNATIONAL LTD.

El equipo que se propone está basado en los listados del capítulo anterior, al igual se presenta en tres áreas: SUELOS, MATERIALES Y PAVIMENTOS.

En cada una de ellas se ha elaborado un listado que contiene norma, descripción, cantidad, y precio del equipo; código de referencia y número de página, del catálogo N° 9 de ELE INTERNATIONAL (versión Inglesa); considerando que son factores de utilidad para la adquisición del equipo.

COSTO POR AREAS

Considerando ₡ 1.00 al cambio de \$ 1.65 y \$ 1.00 al cambio de ¢ 8.80, tenemos:

AREA	₡	\$	¢
SUELOS	76,289.97	125,878.45	1,107,730.40
MATERIALES	126,209.01	208,244.87	1,832,554.80
PAVIMENTOS Y ASFALTO	52,861.68	87,221.77	767,551.59
SUB-TOTAL	255,360.66	421,345.08	3,707,836.70
MAQUINA UNIVERSAL TINIUS OLSEN (Cap. 800,000 lbs.)		253,500.00	2,230,800.00
	255,360.66	674,845.08	5,938,636.70

NOTA: Precios C.I.F. Acajutla, El Salvador, Centroamérica; si el tipo de cambio fuese alterado la casa ELE recibirá la cantidad exacta en ₡.

3.1 AREA DE SUELOS

ITEM	PAG	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₡)	COSTO TOTAL(₡)
3.1.1			RECOLECCION DE MUESTRAS DE SUELO EN EL CAMPO ASTM D-420			
	36	EL 23-1501	Barrena de 100 mm. de diámetro.	3	38.99	116.97
	36	EL 23-1504	Barrena de 150 mm. de diámetro.	3	47.85	143.55
	36	EL 23-1507	Barrena de 200 mm. de diámetro.	3	57.56	172.68
	36	EL 23-1541	Barras de extensión para barrenas.	4	9.03	36.12
	36	EL 23-1543	Llaves stillson N° 14.	4	36.54	146.16
	36	EL 23-1545	Llaves para remover barrena.	4	32.40	129.60
	36	EL 23-1547	Pieza "T" para maniobrar la barrenas.	4	16.64	66.56
	36	EL 23-1549	Cinzel largo.	4	39.65	158.60
	36	EL 23-1587	Conector de barrenas de 50 mm. de diámetro.	4	72.41	289.64
	36	EL 23-1525	Barrena de 50 mm. de diámetro.	3	65.30	195.90
	36	EL 23-1617	Barrena espiral de 40 mm de diámetro.	3	69.93	209.79
	322	EL 81-4775	Bolsas de plásticos (450 mm x 1000 mm).	1000	0.69	690.00

ITEM	PAG	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₡)	COSTO TOTAL(₡)
3.1.2			DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD. ASTM D-2216			
			Ver equipo miscelaneo.			
3.1.3			DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO. ASTM D-4318			
	46	EL 24-0441/02	Determinador motorizado del límite líquido.110-120V, 50-60 Hz, 1 fase	5	797.81	3989.05
	46	EL 24-0451	Herramienta para ranurar, plástica.	5	16.96	84.80
	46	EL 24-0461	Ranurador de CasaGrande.	5	19.14	95.70
3.1.4			DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO. ASTM D-4318			
		EL 24-0811	Varilla de comparación.	6	7.29	43.74
		EL 82-4010	Placa de vidrio.	6	29.69	178.14
3.1.5			DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO POR EL METODO DEL PENETROMETRO. BS 1377			
	47	EL 24-0540	Cono penetrómetro.	2	537.59	1075.18

ITEM	PAG	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₺)	COSTO TOTAL(₺)
	47	EL 24-0546	Calibrador de la prueba.	2	9.75	19.50
	47	EL 24-0548	Cápsula para el ensayo.	6	8.62	51.72
3.1.6			DETERMINACION DEL LIMITE DE CONTRACCION ASTM D427			
	48	EL 24-1500	Placa dentada (3 apoyos)	6	37.57	225.42
	48	EL 24-1550	Cápsula de contracción.	8	7.77	62.16
	238	EL 38-7060	Placa de vidrio.	6	5.06	30.36
	328	EL 82-69-81	Mercurio metálico.	20	7.53	150.60
3.1.7			ANALISIS GRANULOMETRICO. METODO MECANICO ASTM D422			
	319	EL 80-0300/01	Vibrador de tamicez. Juego de Tamicez de 8" de diámetro:	1	1787.56	1787.56
	318	EL 79-5020	Tamiz N° 4	2	52.31	104.62
	318	EL 79-5070	Tamiz N° 10	2	39.70	79.40
	318	EL 79-5120	Tamiz N° 20	2	39.70	79.40
	318	EL 79-5160	Tamiz N° 40	2	39.70	79.40
	318	EL 79-5190	Tamiz N° 60	2	39.70	79.40

ITEM	PAG	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₡)	COSTO TOTAL(₡)
	318	EL 79-5240	Tamiz N° 140	2	39.70	79.40
	318	EL 79-5260	Tamiz N° 200	4	42.43	169.72
	318	EL 79-5400	Tapadera.	2	17.88	35.76
	318	EL 79-5410	Recipiente del fondo.	2	18.74	37.48
	318	EL 79-5510	Tamiz con aberturas de 9.5 mm.	2	52.31	104.62
	318	EL 79-5560	Tamiz con aberturas de 19.0 mm.	2	52.31	104.62
	318	EL 79-5610	Tamiz con aberturas de 37.5 mm.	2	52.31	104.62
	318	EL 79-5630	Tamiz con aberturas de 50.0 mm.	2	52.31	104.62
	318	EL 79-5660	Tamiz con aberturas de 75.0 mm.	2	52.31	104.62
	318	EL 79-7210	Escobilla.	4	7.08	28.32
3.1.8			ANALISIS GRANULOMETRICO. METODO DEL HIDROMETRO ASTM D422			
			Ver equipo miscelaneo.			
3.1.9			GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SUELOS ASTM D854			
	49	EL 24-2900	Botella para densidad, capacidad 50 ml.	2	20.26	40.52
	322	EL 81-0375	Tubos ó mangueras de goma.	2	3.36	6.72

ITEM	PAG	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₺)	COSTO TOTAL(₺)
	325	EL 82-1000	Frasco de vidrio, capacidad de 100 ml	1	7.99	7.99
	326	EL 82-2100	Desecador, del tipo no-vacio.	1	82.02	82.02
	326	EL 82-2170	Desecador, del tipo vacio.	1	177.28	177.28
	326	EL 82-2180	Celda de seguridad para el desecador.	1	44.01	44.01
	328	EL 82-7091	Sílica gel, 500 gr.	1	17.53	17.53
	330	EL 82-7700	Bomba de filtro.	1	20.11	20.11
	337	EL 83-0910/01	Baño de agua, de capacidad 12 Lts 220-230 V, 50 Hz, 1 fase.	1	919.08	919.08
	337	EL 83-0913	Bandeja ajustable.	1	84.40	84.40
	16	EL 22-1245	Termómetros de dial.	1	47.09	47.09
3.1.10			PESO UNITARIO DE LOS SUELOS COHESIVOS ASTM D2037			
			Ver equipo miscelaneo			
3.1.11			DETERMINACION DEL VALOR DEL PH DE UN SUELO. METODO COLORIMETRICO ASTM D1067			
	54	EL 24-6400	Equipo de ensayo de suelo BDH.	1	242.58	242.58
	316	EL 79-0020	Recipiente de 200 mm de diámetro.	1	21.19	21.19

ITEM	PAG	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(%)	COSTO TOTAL(%)
	316	EL 79-0270	Tamiz de 200 mm de diámetro, con aberturas de 2.0 mm.	2	44.15	88.30
	321	EL 81-0180	Espátula Chattaway.	2	3.93	7.86
	325	EL 82-0220	Vaso de vidrio, de 1000 ml.	1	3.39	3.39
3.1.12			VALOR DEL EQUIVALENTE DE ARENA. ASTM D2419			
	51	EL 24-4915	Aparato del equivalente de arena.	1	382.95	382.95
	51	EL 24-4925	Sifón ensamblado.	1	38.76	38.76
	51	EL 24-4947/01	Sacudidor del equivalente de arena.	1	1288.91	1288.91
	328	EL 82-6801	Clocluro de calcio, 3kg.	1	45.56	45.56
	328	EL 82-6901	Glycerol, AR, botella de 2.5 Lts.	1	78.66	78.66
	328	EL 82-6891	Formaldehido.	1	18.12	18.12
3.1.13			RELACION DENSIDAD-HUMEDAD DE LOS SUELOS. ASTM D698 Y D1557			
	59	EL 24-9060	Molde proctor.	2	85.49	170.91
	59	EL 24-9063	Martillo de compactación proctor, de 5.5 Lbs.	2	70.04	140.08
	59	EL 24-9066	Molde de compactación ASTM ø6".	2	112.70	225.40

ITEM	PAG	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₡)	COSTO TOTAL(₡)
	59	EL 24-9070	Martillo de compactación ASTM de 10 Lbs.	2	80.32	160.64
	41	EL 23-4810	Adaptador de molde proctor para el extractor de muestras.	2	252.61	505.22
	41	EL 23-4590	Extractor universal de muestras manual.	2	1282.42	2564.84
3.1.14			INDICE MAXIMO Y MINIMO DE DENSIDAD. ASTM D4253 Y D4254			
	32	EL 22-8500	Báscula de Plataforma.	1	774.43	774.43
	62	EL 24-9110/02	Aparato de densidad relativa 110-120 V, 60Hz, 1 fase.	1	6023.50	6023.50
	62	EL 24-9115	Determinador de infiltración de ϕ 1".	1	141.47	141.47
	62	EL 24-9117	Determinador de infiltración de ϕ 1 $\frac{1}{2}$ ".	1	141.47	141.47
	324	EL 81-4040	Bandeja de 460x460x50 mm.	1	24.23	24.23
	324	EL 81-4080	Bandeja de 610x610x63 mm.	1	17.74	17.74
3.1.15			DENSIDAD DEL SUELO EN EL CAMPO. METODO DEL PENETROMETRO PROCTOR ASTM D1558			
	120	EL 29-3925	Penetrómetro proctor.	1	195.32	195.32
	120	EL 29-3929	Juego de puntos de aguja.	1	103.75	103.75

ITEM	PAG	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(£)	COSTO TOTAL(£)
	120	EL 29-3933	Caja del penetrómetro proctor.	1	86.79	86.79
3.1.16			DENSIDAD DEL SUELO EN EL CAMPO. METODO DEL CONO DE ARENA. ASTM D1556			
	120	EL 29-4300	Cono de arena 6".	3	77.77	233.31
	120	EL 29-4320	Recipiente para la arena.	3	5.83	17.49
	120	EL 29-4340	Plato de densidad.	3	43.93	131.69
	329	EL 82-7401	Arena normalizada 600/300 umm. 45 Kg.	8	102.03	816.24
3.1.17			DENSIDAD DE CAMPO DE UN SUELO. METODO DEL BALON. ASTM D2167			
	121	EL 29-4520	Aparato de densidad con balón.	3	433.65	1300.95
	121	EL 29-4540	Balón flexible.	3	3.45	10.35
	121	EL 29-4560	Plato de densidad.	3	53.08	159.24
3.1.18			PRUEBA DE CONSOLIDACION. ASTM D2435 Y D4546			
	68	EL 25-0402	Aparato de consolidación.	1	617.03	617.03
	68	EL 25-0408	Juego de pesas.	1	478.68	478.68

ITEM	PAG	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₺)	COSTO TOTAL(₺)
	69	EL 25-0503	Celda de consolidación de 75mm. de diámetro.	1	325.26	325.26
	69	EL 25-0509	Cápsula de calibración.	1	42.23	42.23
	10	EL 20-5446	Deformímetro.	2	78.17	156.34
	69	EL 25-0458	Moldeador de muestras.	1	23.87	23.87
	68	EL 25-0429	Mesa de base para aparato.	1	247.30	247.30
3.1.19			DETERMINACION DE LA COMPRESION INCOFINADA. ASTM D2166			
	4	EL 20-0060	Anillo para prueba de carga, con capacidad de 2.0 KN.	2	423.61	847.22
	10	EL 20-5416	Deformímetro.	1	78.17	78.17
	83	EL 25-3461	Marco para carga de 10 KN.	1	74.41	74.41
	83	EL 25-3600	Placa de compresión incofinada.	1	1247.09	1247.09
3.1.20			ENSAYO DE CORTE DIRECTO. ASTM D3080			
	100	EL 26-2112/01	Aparato digital de corte directo 220-240 V, 50-60 Hz, 1 fase.	1	4684.36	4684.36
	100	EL 26-2132	Juego de pesas.	1	250.90	250.90

ITEM	PAG	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₡)	COSTO TOTAL(₡)
	100	EL 26-2151	Ensamblador del deformímetro.	1	64.76	64.76
	101	EL 26-2213	Caja de corte.	1	497.88	497.88
	101	EL 26-2217	Muestra para corte.	1	23.78	23.78
	101	EL 26-2221	Herramienta para expulsar muestra.	1	28.88	28.88
3.1.21			PRUEBA DE LA RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D1883			
	4	EL 20-0760	Anillo para prueba de carga, con capacidad de 28.0 KN.	1	424.84	424.84
	59	EL 24-9063	Martillo proctor de compactación.	1	74.03	74.03
	59	EL 24-9070	Martillo ASTM de compactación.	1	80.31	80.31
	64	EL 24-9160/01	Máquina de ensayo C.B.R. de 50 KN. 220-240 V, 50-60 Hz, 1 fase.	1	2202.65	2202.65
	64	EL 24-9182	Pistón de penetración.	1	45.95	45.95
	64	EL 24-9184	Deformímetro de penetración.	2	83.67	167.34
	64	EL 24-9188	Soporte y adaptador.	1	29.04	29.04
	65	EL 24-9228	Cuerpo de molde C.B.R. y ASTM.	1	39.23	39.23
	65	EL 24-9230	Collar de extensión C.B.R. y ASTM.	1	32.00	32.00
	65	EL 24-9232	Base de molde C.B.R. y ASTM.	1	41.69	41.69
	65	EL 24-9238	Cápsula de espaciamento C.B.R. y ASTM.	1	56.26	56.26

ITEM	PAG	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₡)	COSTO TOTAL(₡)
	65	EL 24-9240	Filtro protector.	4	2.73	10.92
	65	EL 24-9243	Peso de 10 Lbs. para anular sobrecarga.	1	34.94	34.94
	65	EL 24-9244	Peso de 5 Lbs. para dividir sobrecarga.	4	26.36	105.44
	65	EL 24-9260	Plato de extensión.	1	43.44	43.44
	65	EL 24-9262	Tripo de extensión.	1	42.74	42.74
	330	EL 82-7916	Papel filtro.	1 caja 100	6.30	6.30
	65	EL 24-9268	Tanque de filtración.	1	381.54	381.54
3.1.22			ENSAYO TRIAXIAL. CON MEDICION DE PRESION EN LOS POROS Y SIN MEDICION DE PRESION EN LOS POROS. ASTM D2850			
	4	EL 20-0260	Anillo para prueba de carga, con capacidad de 4.5 KN.	1	421.03	421.03
	10	EL 20-5411	Deformímetro.	1	99.90	99.90
	80	EL 25-3516/01	Aparato digital Tritest 50 220-240 V, 50-60 Hz, 1 fase.	1	4285.83	4285.83
	85	EL 25-4047	Cámara triaxial de 50 mm.	1	517.51	40.07
	87	EL 25-4166	Base de adaptador de 38 mm./1.5".	1	40.07	9.46
	87	EL 25-4290	Herramienta para remover anillo.	1	9.46	29.52
	87	EL 25-4520	Válvulas.	2	14.76	49.32

ITEM	PAG	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₡)	COSTO TOTAL(₡)
	87	EL 25-4540	Bureta de drenaje de 10 ml.	1	49.32	56.59
	87	EL 25-5050	Plataforma de presión.	1	56.59	51.60
	87	EL 25-5061	Membrana de goma.	5 paquete	10.32	15.40
	87	EL 25-5081	Membrana para sellar anillo.	5 paquete	3.08	8.93
	87	EL 25-5181	Cápsula de poros.	1	8.93	11.27
	87	EL 25-5100	Membrana para determinar la succión.	1	11.27	71.46
	87	EL 25-5120	Manguera de 2 espigas.	1	71.46	71.46
	87	EL 25-5200	Papel filtro para drenar.	1 paquete	26.13	26.13
	110	EL 27-1110/01	Tablero de 4 canales. 220-240 V, 50-60 Hz, 1 fase.	1	528.03	528.03
	106	EL 27-1625	Transductor de presión.	1	421.00	421.00
	91	EL 26-1833/01	Aparato desairador de agua 220-240 V, 50-60 Hz, 1 fase.	1	2272.96	2272.96
	96	EL 26-1880	Bomba universal con panel de presión.	1	1164.54	1164.54
	96	EL 26-1890	Unidad de cambio de volumen con 2 buretas de 0.1 ml.	1	807.02	807.02
	358	SET 26015/1	Sistema de presión neumática de 700 KPa.	1	3735.23	3735.23

ITEM	PAG	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₡)	COSTO TOTAL(₡)
3.1.23			DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD. METODO DE LA CABEZA CONSTANTE. ASTM D2434			
	74	EL 25-0580	Cámara de 75 mm. para la permeabilidad con cabeza constante.	1	515.11	515.11
	74	EL 25-0591	Manómetro.	1	191.47	191.47
	74	EL 250593	Tanque de nivel constante.	1	278.78	278.78
	325	EL 82-1060	Frasco volúmetrico.	1	21.32	21.32
	326	EL 82-2660	Embudo.	1	7.70	7.70
	322	EL 81-0375	Manguera de goma de 6.5 mm. de diámetro interno.	2	3.36	3.36
	330	EL 82-7720/01	Bomba de vacio. 220-240 V, 50 Hz. 1 fase.	1	941.26	941.26
3.1.24			DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD. METODO DE LA CABEZA VARIABLE. ASTM D2434			
	74	EL 25-0609	Panel con tubo de fluido.	1	414.75	414.75

ITEM	PAG	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₡)	COSTO TOTAL(₡)
	74	EL 25-0611	Tanque desairador.	1	244.66	244.66
	74	EL 25-0613	Tanque absorbente.	1	65.56	65.56
3.1.25			EQUIPO MESCELANEO			
	16	EL 22-1200/01	Horno con capacidad para 300°C, 220 V.	2	1223.31	2446.62
	338	EL 83-1210/01	Baño a temperatura constante 220-240 V, 50 Hz, 1 Fase.	2	1270.11	2540.22
	31	EL 22-7350	Balanza de campo y laboratorio.	2	557.01	1114.02
	31	EL 22-7500	Balanza con capacidad para 25 Kg.	2	589.04	1178.08
	24	EL 22-5331/01	Balanza analítica, de 210 gr x 0.1 mgr. 220-240 V, 50 Hz, 1 Fase.	2	2927.33	5854.66
	323	EL 81-0518	Cronómetro.	5	17.79	88.95
	332	EL 82-5010	Termómetro.	5	3.57	17.85
	51	EL 24-4130/01	Mezcladora de alta velocidad 220-240 V, 50 Hz, 1 Fase.	2	457.57	915.14
	325	EL 82-0500	Probeta de vidrio, capacidad 1000 ml.	3	25.78	77.34
	325	EL 82-0540	Probeta de vidrio, capacidad 2000 ml.	3	39.11	117.33
	325	EL 82-0460	Probeta de vidrio, capacidad 500 ml.	3	17.91	53.73
	325	EL 82-0420	Probeta de vidrio, capacidad 250 ml.	3	9.29	27.87
	325	EL 82-0380	Probeta de vidrio, capacidad 100 ml.	3	5.48	16.44
	325	EL 82-0340	Probeta de vidrio, capacidad 50 ml.	3	4.97	14.91

ITEM	PAG	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₡)	COSTO TOTAL(₡)
	325	EL 82-0300	Probeta de vidrio, capacidad 25 ml.	3	4.89	14.67
	325	EL 82-0290	Probeta de vidrio, capacidad 10 ml.	3	4.43	13.29
	325	EL 82-0240	Vaso de vidrio, capacidad 2000 ml.	4	9.37	37.48
	325	EL 82-0220	Vaso de vidrio, capacidad 1000 ml.	4	9.37	37.48
	325	EL 82-0140	Vaso de vidrio, capacidad 250 ml.	4	1.92	7.68
	39	EL 23-3505	Mortero y mano de mortero.	6	34.97	209.82
	321	EL 81-0100	Espátula con hoja de acero, de 100 mm.	5	7.07	35.35
	321	EL 81-0120	Espátula con hoja de acero, de 150 mm.	5	7.57	37.85
	321	EL 81-0140	Espátula con hoja de acero, de 200 mm.	5	11.17	55.85
	326	EL 82-4005	Vara agitadora de vidrio.	6	5.11	30.66
	321	EL 81-0222	Cuchara metálica arqueada, 250 mm long.	3	49.12	147.36
	321	EL 81-200	Cuchara metálica arqueada, 82x127x50 mm long.	4	5.26	21.04
	321	EL 81-0220	Cuchara metálica arqueada, 127x200x75 mm long.	3	9.87	29.61
	238	EL 38-7120	Regla metálica (enrazador).	5	20.22	101.10
	121	EL 29-5020	Cuchara para densidad.	4	3.88	15.52
	121	EL 29-5040	Mazo de cabeza de goma.	4	4.24	16.96
	121	EL 29-5040	Martillo con cabeza de acero.	4	7.16	28.64
	121	EL 29-5060	Cinzel.	4	4.11	16.44
	121	EL 29-5120	Pico de mano.	4	20.73	82.92

ITEM	PAG	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(£)	COSTO TOTAL(£)
	121	EL 29-5140	Vara punto a acero.	4	18.30	73.20
	121	EL 29-5100	Raspador.	4	20.73	82.92
	121	EL 29-5080	Excavador.	4	12.96	51.84
	121	EL 81-0310	Paleta.	3	7.07	21.21
	318	EL 79-7250	Escobilla para tamices.	4	4.91	19.64
	318	EL 79-7210	Escobilla para tamices.	4	7.05	28.20
	326	EL 82-4010	Placa de vidrio.	4	29.69	118.76
	325	EL 82-2000	Cápsula de evaporación, porcelana.	6	17.77	106.62
	326	EL 82-2500	Botella de lavado, capacidad 500 ml.	5	2.32	11.60
	322	EL 81-4767	Bolsas de polietileno.	100	0.36	36.00
	324	EL 81-2972	Recipiente de lata, para humedad, 65 mm de diámetro.	20	0.77	15.40
	324	EL 81-2979	Recipiente de lata; para humedad, 90 mm de diámetro.	20	1.02	20.40
	324	EL 81-3000	Recipiente para muestras, capacidad 0.5 lts.	20	0.61	12.20
	324	EL 81-4000	Bandeja para muestra 254x254x38 mm.	10	10.61	106.50
	324	EL 81-3060	Recipiente para muestras, capacidad 10 lts.	10	3.47	34.70
	324	EL 81-4080	Bandeja para muestras 610x610x63 mm.	4	17.64	70.56

ITEM	PAG	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₡)	COSTO TOTAL(₡)
	324	EL 81-4720	Depósito para muestra 460x50 mm.	4	36.83	147.32
	324	EL 81-4700	Depósito para muestra 305x50 mm.	4	22.64	90.56

3.2 AREA DE MATERIALES

ITEM	PAG.	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(£)	COSTO TOTAL(£)
3.2.1			ENSAYO DE COLOMETRIA ASTM C-40			
	253	EL 42-3000	Botella de vidrio incoloro.	3	7.66	22.98
	253	EL 42-3040	tabla de color.	1	151.75	151.75
	326	EL 82-3060	Botella.	1	7.34	7.34
	328	EL 82-7141	Hidróxido de sodio.	3	12.08	36.24
3.2.2			ENSAYO DE SANIDAD DE LOS AGREGADOS ASTM C-88			
	327	EL 82-3505	Hidrómetro 1.150 a 1.200.	2	28.39	56.78
	327	EL 82-3510	Hidrómetro 1.250 a 1.300.	2	28.39	56.78
	324	EL 81-4810	Cesta de alambre de ϕ 1.70 mm.	3	120.37	361.11
	324	EL 81-4821	Cesta de alambre de ϕ 600 um.	3	85.07	255.21
	337	EL 83-0990/01	Recipiente para baño de agua, con capacidad para 48 Lts.	2	1353.09	2706.18
3.2.3			PRUEBA DE LOS ANGELES ASTM C-131 Y C-535			

ITEM	PAG.	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(%)	COSTO TOTAL(%)
	254	EL 42-5305/02	Máquina de los angeles.	1	3605.25	3605.25
	318	EL 79-5300/01	Set de cargas abrasivas.	2	61.66	123.32
3.2.4			GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS			
	29	EL 22-9000/01	ASTM C-122 (AGREGADO GRUESO) Balanza con flotador.	2	2578.53	5157.06
	249	EL 42-1240	Paño absorbente.	4	12.96	51.84
	324	EL 81-4020	Bandeja para muestra.	2	24.00	48.00
	324	EL 81-4810	Canasta de alambre.	2	120.37	240.74
	49	EL 24-2885	ASTM C-128 (AGREGADO FINO) Picnómetro.	4	9.67	38.68
	249	EL 42-1700	Cono para absorción de arena.	2	33.67	67.34
	249	EL 42-1720	Varilla apisonadora.	2	15.32	30.64
	324	EL 81-4000	Bandeja para muestra.	2	10.65	21.30
3.2.5			PRUEBA DE TIEMPO DE FRAGUADO. ASTM C-191			
	232	EL 38-2010	Aparato de Vicat, con depósito de 10 mm de diámetro.	2	180.94	361.88

ITEM	PAG.	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(%)	COSTO TOTAL(%)
	232	EL 38-2620	Juego de agujas con inicial ASTM.	2	9.76	19.52
	232	EL 38-2660	Molde Vicat ASTM.	2	26.21	52.42
	321	EL 81-0320	Paleta.	2	9.88	19.76
3.2.6			PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION "METODO ESTANDAR PARA LA PRUEBA DE COMPRESION DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRALICO (USANDO MUESTRA CUBICAS DE 2" 6 50 mm" ASTM C-109			
	176	EL 32-5000	Pieza de distancia normalizada, 50 mm.	2	46.63	93.26
	176	EL 32-5020	Pieza de distancia normalizada, 60 mm.	2	58.29	116.58
	178	EL 32-5600	Ensamble guía para compresión, para cubo de 50 mm.	2	495.50	991.00
	178	EL 32-5600/12	Juego de placa cuadrada de 50 mm.	2	336.65	673.30
	234	EL 38-6160	Pizón plástico.	2	22.39	44.78
	243	EL 39-0410	Molde de 3 cubos.	8	304.42	2435.36
	321	EL 81-0320	Paleta.	2	9.88	19.76
3.2.7			ENSAYO DE TENSION EN BRIQUETAS DE CEMENTO ASTM C-190			

ITEM	PAG.	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₡)	COSTO TOTAL(₡)
	183	EL 33-7100/15	Mandíbula para sostener briquetas.	2 juego	288.26	576.52
	183	EL 33-7100/01	Máquina de flexión y tensión 220-240 V, 50 Hz, 1 fase.	1	5475.41	5475.41
	243	EL 39-1000	Molde para briquetas.	6	54.41	326.46
3.2.8			PRUEBA DE FINURA DEL CEMENTO HIDRAULICO			
			"METODO DE LA MALLA N° 325" ASTM C-430			
	239	EL 38-7600	Aparato Spray Nozzle.	1	268.07	268.07
	239	EL 38-7600/11	Calibrador de presión.	1	104.67	104.67
	239	EL 38-7700/10	Tamiz N° 325 (45 µm, φ 8").	3	239.98	719.94
			"METODO DE BLAINE O PERMEABILIDAD AL AIRE" ASTM C-204			
	231	EL 38-1000	Aparato de permeabilidad de Blaine.	1	367.25	367.25
	323	EL 81-0518	Manómetro.	1	17.79	17.79
	329	EL 82-7480	Cemento de referencia.	1	15.53	15.53
	330	EL 82-7891	Papel filtro.	2 juego	32.37	64.74

ITEM	PAG.	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₡)	COSTO TOTAL(₡)
3.2.9			PRUEBA ESTANDAR PARA DETERMINAR LA EXPANSION DEL CEMENTO POR MEDIO DE AUTOCLAVE. ASTM C-151			
	204	EL 34-8505	Aparato de movimiento para secar, contraer y humedecer.	1	759.52	759.52
	204	EL 34-8544	Molde prismático.	2	162.27	324.54
	204	EL 34-8547	Insertadores.	5	21.17	105.85
	237	EL 38-3800/02	Aparato Auto-Clave, 110-120 V, 50-60 Hz, 1 Fase.	1	4080.44	4080.44
3.2.10			FLUIDEZ DE MORTERO Y CEMENTO HIDRAULICO ASTM C-230			
	234	EL 38-6000	Mesa de fluidez.	1	250.45	250.45
	234	EL 38-6020	Trípode para mesa de fluidez	1	353.71	353.71
	234	EL 38-6060	Placa base.	1	101.94	101.94
	234	EL 38-6080	Calibrador.	1	95.66	95.66
	234	EL 38-6100/02	Unidad motorizada 110-120 V, 60 Hz.	1	621.78	621.78
	234	EL 38-6160	Pizón plástico.	1		

ITEM	PAG.	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(£)	COSTO TOTAL(£)
3.2.11			PRUEBA ESTANDAR DE CALOR DE HIDRATAACION DEL CEMENTO HIDRAULICO. ASTM C-186			
	39	EL 23-3505	Mortero y mano de mortero.	2	34.97	69.94
	39	EL 23-3710/02	Crisol.	2	395.09	790.18
	51	EL 24-4130/02	Mezcladora de alta velocidad 110-120V, 50-60 Hz, 1 fase.	1	457.57	457.57
	237	EL 38-4600/01	Aparato para calor de hidratación 220-240 V, 50-60 Hz, 1 fase.	1	1062.77	1062.77
	325	EL 82-1540	Botellas para pesado, con tapadera.	5	5.89	29.45
	326	EL 82-2100	Desecador del tipo NO-Vacio.	1		82.02
	328	EL 82-7021	Parafina a 60°C.	1	82.02	31.40
	328	EL 82-7091	Sílica gel.	1	31.40	
3.2.12			DENSIDAD O GRAVEDAD ESPECIFICA DEL CEMENTO HIDRAULICO. ASTM C-188			
	231	EL 38-1200	Frasco Le Chatelier.	3	74.75	224.25
	321	EL 81-0180	Espátula Chattaway.	3	3.93	11.79
	337	EL 830910/02	Baño de agua de 12 Lts., con temperatura	1	919.08	919.08

ITEM.	PAG.	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₺)	COSTO TOTAL(₺)
	337	EL 83-0913	constante, 110-120 V, 60 Hz, 1 fase. Bandeja ajustable.	1	84.39	84.39
3.2.13			DESPLÓME DE CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND (REVENIMIENTO). ASTM C-143			
	187	EL 34-0110	Cono de revenimiento.	3	39.45	118.35
	187	EL 34-0160	Placa para base.	3	22.66	67.98
	187	EL 34-0180	Embudo para el cono de revenimiento.	3	57.62	172.86
3.2.14			DETERMINACION DEL FACTOR DE COMPACTACION BS 1881: PARTE 103, BS 5075			
	187	EL 34-0200	Aparato para el factor de compactación.	1	753.13	753.13
	196	EL 34-2910	Barra de compactación.	2	17.80	35.60
	321	EL 81-0340	Plancha de acero (Flotador de acero).	1	7.09	7.09
3.2.15			DETERMINACION DEL VEBE TIME BS 1881: PARTE 104			
	188	EL 34-0300/01	Vibroconsistómetro, contiene mesa vibratoria, contenedor, cono de revenimiento, vara graduada y plancha.	1	1270.11	1270.11

ITEM	PAG.	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(E)	COSTO TOTAL(E)
3.2.16			HECHURA Y CURADO DE ESPECIMENES DE CONCRETO EN EL LABORATORIO. ASTM C-192			
	198	EL 34-6545/02	Tanque de curado 110-120 V, 50-60 Hz.	2	841.99	1683.98
3.2.17			DETERMINACION DE LA FLUIDEZ DEL CONCRETO BS 1881: PARTE 105			
	188	EL 34-0450	Aparato para la determinación de la fluidez del concreto. Contiene: molde cónico de compresión, mesa de fluidez, compactador, cinta métrica y plancha flotadora.	1 JUEGO	529.74	529.74
3.2.18			TIEMPO DE ENDURECIMIENTO DEL CONCRETO POR RESISTENCIA A LA PENETRACION ASTM C-403			
	120	EL 29-3925	Penetrómetro proctor.	2	195.31	390.62
	189	EL 34-0810	Juego de puntos de aguja para el penetrómetro proctor.	2	103.99	207.98

ITEM	PAG.	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₡)	COSTO TOTAL(₡)
3.2.19			DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO FRESCO ASTM C-231			
	121	EL 29-5020	Mazo cabeza de goma.	2	4.24	8.48
	193	EL 34-3262	Medidor del contenido de aire.	1	984.49	984.49
	238	EL 38-7060	Placa de vidrio de 100 x 100 mm.	2	5.06	10.12
	325	EL 82-1880	Probeta de plástico de 500 ml.	2	8.47	16.94
	326	EL 82-4010	Placa de vidrio de 500 x 500 mm.	2	29.69	59.38
3.2.20			PRUEBA DE SANGRADO DE CONCRETO. ASTM C-232			
	203	EL 34-2820	Recipiente para medir la densidad con capacidad de 15 Lts.	1	74.37	74.37
	325	EL 82-0380	Probeta de vidrio, capacidad 100 ml.	2	5.48	10.96
3.2.21			PRUEBA DE PENETRACION EN MEZCLAS FRESCAS DE CONCRETO HECHAS CON CEMENTO PORTLAND, USANDO LA BOLA DE ACERO. ASTM C-360			
	189	EL 34-0950	Aparato de la bola de Kelly.	1	272.63	272.63

ITEM	PAG.	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₡)	COSTO TOTAL(₡)
3.2.22			PRUEBA DE TEMPERATURA DEL CONCRETO FRESCO. ASTM C-1064			
	332	EL 82-5241	Termómetro -30°C a 60°C longitud 750 mm y ϕ 75 mm.	2	105.48	210.96
3.2.23			ESFUERZO DE FLEXION DEL CONCRETO (USANDO VIGAS DE CONCRETO SIMPLEMENTE APOYADAS EN 3 PUNTOS). ASTM C-78			
	180	EL 33-6132	Máquina para esfuerzo de flexión.	1	362.60	362.60
3.2.24			RESISTENCIA A LA PENETRACION DEL CONCRETO ENDURECIDO. ASTM C-803			
	207	EL 35-1450	Unidad impulsora (Pistola Windsor)	1	4215.79	4215.79
3.2.25			NUMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO. ASTM C-805			
	206	EL 35-1470	Martillo de rebote (100 a 700 Kg/cm ²).	1	539.48	539.48

ITEM	PAG.	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₡)	COSTO TOTAL(₡)
3.3.26			ESFUERZO A LA COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO. ASTM C-873			
			Máquina universal.	1	VER PAG. 123	
3.2.27			EQUIPO MISCELANEO			
	14	EL 22-0110/01	Horno secador (225 Lts.)	1	1422.58	1422.58
	22	EL 22-4200/01	Horno secador, 220-240 V, 50 Hz, 1 fase	1	6724.53	6724.53
	17	EL 22-1040/01	Horno secador, 220°C, 220-240 V, 50 Hz, 1 fase.	1	534.14	534.14
	21	EL 22-4160/01	Tapadera de horno (para 22-1040/01).	1	1059.85	1059.85
	250	EL 42-2005	Recipiente 1/10 pie ³ .	2	43.14	86.28
	250	EL 42-2010	Recipiente 1/3 pie ³ .	2	66.41	133.82
	250	EL 42-2015	Recipiente 1/2 pie ³ .	2	72.31	144.62
	250	EL 42-2021	Recipiente 1 pie ³ .	2	96.92	193.84
	250	EL 42-2022	Recipiente 2½ pie ³ .	2	177.92	355.84
	250	EL 42-2023	Recipiente 3½ pie ³ .	2	191.14	382.28
	187	EL 34-0160	Plato base.	2	22.66	45.32
	203	EL 34-2800	Cubeta para medida (30 Lt).	2	98.21	196.42
	203	EL 34-2820	Cubeta para medida (15 Lt).	2	74.37	148.74

ITEM	PAG.	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₡)	COSTO TOTAL(₡)
	203	EL 34-2840	Cubeta para medida (10 Lt).	2	67.73	135.46
	323	EL 81-0715	Enrazador.	4	30.09	120.36
	195	EL 34-5000	Moldes para viguetas (10 cm).	20	503.58	10071.60
	195	EL 34-5050	Moldes para viguetas (15 cm).	20	593.43	11868.60
	195	EL 34-5260	Moldes cilíndricos (15 cm, ϕ).	40	95.63	3825.20
	195	EL 34-5275	Cucharón.	5	8.54	42.70
	321	EL 81-0340	Plancha para alizar.	2	7.09	14.18
	323	EL 81-0705	Escobilla.	4	4.43	17.72
	324	EL 81-4080	Bandeja para muestra.	2	17.64	35.28
	187	EL 34-0130	Varilla $\phi 5/8$ " y largo 24", punta de bala	6		
	321	EL 81-0220	Cuchara para colocar el concreto.	3	11.25	67.50
	195	EL 34-5230	Moldes cilíndricos.	10	142.49	1424.90
	187	EL 34-0140	Regla metálica.	4	13.68	54.72
	326	EL 82-2820	Jeringa.	6	18.14	108.84
	325	EL 82-0420	Probeta de 250 ml.	4	9.29	37.16
	325	EL 82-0100	Probeta de 500 ml.	4	1.65	6.60
	321	EL 81-0100	Espátula con hoja de 100 mm.	4	7.07	28.28
	329	EL 82-7451	Arena normalizada 850/600 μ 45Kg.	4	102.07	408.28
	30	EL 22-7090	Balanza Harvard trip.	4	287.21	1148.84
	30	EL 22-7110	Juego de pesas.	4	27.45	109.80
	30	EL 22-7130	Depósito, accesorios de El 22-7090.	4	35.10	140.40

ITEM	PAG.	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₡)	COSTO TOTAL(₡)
	321	EL 81-0220	Cronómetro.	4	9.86	39.44
	24	EL 22-5331/02	Balanza analítica, 110-120 V, 50-60 Hz, 1 fase.	2	2927.33	5854.66
	24	EL 22-5401/02	Balanza digital con capacidad de 310 gr. y presición de 0.001 gr 110-120 V, 50-60 Hz, 1 fase.	2	2046.81	4093.62
	31	EL 22-7500	Balanza para campo con capacidad de 25 Kg y presición de 1.0 gr.	4	529.83	2371.32
	32	EL 22-8550	Báscula de plataforma, con capacidad para 50 Kg.	2	755.58	1511.16
	194	EL 34-3530/02	Concretera (mezcladora de concreto) 220-240 V, 50 Hz, 1 fase, Eje vertical.	1	4277.86	4277.86
	194	EL 34-3530/K	Accesorio y equipo para EL 34-3530.	1	647.69	647.69
	194	EL 34-3590/01	Concretera (mezcladora de concreto) 220-240 V, 50 Hz, 1 fase, Eje inclinado.	1	536.13	536.13
	200	EL 83-2000/01	Sierra cortadora, 220-240 V, 50 Hz, 1 fase.	1	3535.74	3535.74
	200	EL 83-2000/K	Accesorios y equipos par EL 83-2000.	1	239.21	239.21
	257	EL 42-6000	Aparato de fricción.	1	5451.00	5451.00
	257	EL 42-6200	Plato base.	1	447.44	447.44
	257	EL 42-6220	Escala separadora.	1		

ITEM	PAG.	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₡)	COSTO TOTAL(₡)
	257	EL 42-6221	Goma resbaladora, para laboratorio.	6	105.29	631.74
	257	EL 42-6222	Goma resbaladora, para campo.	6	105.29	631.74
	321	EL 81-0120	Espátula con hoja de 150 mm.	4	7.57	30.28
	321	EL 81-0140	Espátula con hoja de 200 mm.	4	11.17	44.68
	321	EL 81-0310	Cuchara de albañil, hoja de acero 280 gr.	3	7.07	14.14
	321	EL 81-0330	Cuchara de albañil, hoja de acero de 200 mm de longitud.	3	5.25	15.75
	321	EL 81-0340	Regla para pulir, 280 x 115 mm, peso 450 gr.	3	7.09	21.27
	321	EL 81-0344	Raspador, 75 mm de ancho.	3	1.63	4.89
	318	EL 79-5300	Tamiz N° 400 (38 µm) ø8".	2	61.66	123.32
		EL 79-5290	Tamiz N° 325 (45 µm) ø8".	2	55.56	112.12
		EL 79-5280	Tamiz N° 270 (53 µm) ø8".	2	48.66	97.32
		EL 79-5270	Tamiz N° 230 (63 µm) ø8".	2	44.19	88.38
		EL 79-5260	Tamiz N° 200 (75 µm) ø8".	4	42.43	169.72
		EL 79-5250	Tamiz N° 170 (90 µm) ø8".	2	39.70	79.40
		EL 79-5240	Tamiz N° 140 (106 µm) ø8".	2	39.70	79.40
		EL 79-5230	Tamiz N° 120 (125 µm) ø8".	2		
		EL 79-5220	Tamiz N° 100 (150 µm) ø8".	2	39.70	79.40
		EL 79-5210	Tamiz N° 80 (180 µm) ø8".	2		

ITEM	PAG.	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₺)	COSTO TOTAL(₺)
	318	EL 79-5200	Tamiz N° 70 (212 µm) ø8".	2	39.70	79.40
		EL 79-5190	Tamiz N° 60 (250 µm) ø8".	2	39.70	79.40
		EL 79-5180	Tamiz N° 50 (300 µm) ø8".	2	39.70	79.40
		EL 79-5170	Tamiz N° 45 (355 µm) ø8".	2	39.70	79.40
		EL 79-5160	Tamiz N° 40 (425 µm) ø8".	2	39.70	79.40
		EL 79-5150	Tamiz N° 35 (500 µm) ø8".	2		
		EL 79-5140	Tamiz N° 30 (600 µm) ø8".	2	39.70	79.40
		EL 79-5130	Tamiz N° 25 (710 µm) ø8".	2	39.70	79.40
		EL 79-5120	Tamiz N° 20 (850 µm) ø8".	2		
		EL 79-5110	Tamiz N° 18 (1.00 mm) ø8".	2	39.70	79.40
		EL 79-5100	Tamiz N° 16 (1.18 mm) ø8".	2		
		EL 79-5590	Tamiz N° 14 (1.40 mm) ø8".	2	39.70	79.40
		EL 79-5580	Tamiz N° 12 (1.70 mm) ø8".	2		
		EL 79-5570	Tamiz N° 10 (2.00 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5560	Tamiz N° 8 (2.36 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5550	Tamiz N° 7 (2.80 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5040	Tamiz N° 6 (3.25 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5030	Tamiz N° 5 (4.00 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5020	Tamiz N° 4 (4.75 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5010	Tamiz N° 3½ (5.60 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5000	Tamiz N° 1/4" (6.30 mm) ø8".	2	52.31	104.62

ITEM	PAG.	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₡)	COSTO TOTAL(₡)
	318	EL 79-5490	Tamiz N° 0.265" (6.70 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5500	Tamiz N° 5/16" (8.00 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5510	Tamiz N° 3/8" (9.50 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5520	Tamiz N° 9/16" (11.20 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5530	Tamiz N° 1/2" (12.50 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5540	Tamiz N° 0.530 (513.20 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5550	Tamiz N° 5/8" (16.00 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5560	Tamiz N° 3/4" (19.00 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5570	Tamiz N° 7/8" (22.40 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5580	Tamiz N° 1.00" (25.00 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5590	Tamiz N° 1.06" (26.5 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5600	Tamiz N° 1½" (31.5 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5610	Tamiz N° 1½" (37.5 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5620	Tamiz N° 1 3/4" (45.0 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5630	Tamiz N° 2" (50.0 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5640	Tamiz N° 2.12" (53.0 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5650	Tamiz N° 2½" (63.0 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5660	Tamiz N° 3" (75.0 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5670	Tamiz N° 3½" (90.0 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5680	Tamiz N° 4" (100.0 mm) ø8".	2	52.31	104.62
		EL 79-5690	Tamiz N° 4.24" (106.0 mm) ø8".	2	52.31	104.62

ITEM	PAG.	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₡)	COSTO TOTAL(₡)
	318	EL 79-5700	Tamiz N° 5.00" (125.0 mm) ø8".	2	52.31	104.62
	318	EL 79-5400	Tapadera.	4	17.88	71.52
	318	EL 79-5410	Fondo.	4	18.74	74.96
	319	EL 80-0350	Sacudidor de tamicez EFL 2 MK 3.	1	1782.56	1782.56

3.3 AREA DE ASFALTO

ITEM	PAG.	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₡)	COSTO TOTAL(₡)
3.3.1			PRUEBA DE PENETRACION ASTM D-5			
	286	EL 46-5290	Penetrómetro standard con aguja de penetración.	2	542.39	1084.78
	287	EL 46-5800	Cápsula de transporación.	2	21.80	43.60
	287	EL 46-5860	Recipiente para penetraciones entre 200 y 350.	2	0.82	1.64
	287	EL 46-5861	Recipiente para penetraciones de 200.	2	0.86	1.72
3.3.2			PRUEBA DE VISCOSIDAD ASTM D-88			
	289	EL 46-7002/01	Viscosímetro Saybolt.	1	4919.81	4919.81
	289	EL 46-7002/10	Tubo de viscosidad Saybolt.	4	593.22	2372.88
	289	EL 46-7002/18	Frasco de viscosidad Saybolt.	4	23.43	93.72
3.3.3			PRUEBA DE PUNTO DE LLAMA Y PUNTO DE INFLAMACION. ASTM D-92			

ITEM	PAG.	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₡)	COSTO TOTAL(₡)
	283	EL 46-3310/02	Aparato de copa de Cleveland para punto de llama.	2	2305.45	4610.90
3.3.4			PRUEBA DE PELICULA DELGADA 6 PERDIDA POR CALENTAMIENTO. ASTM D-6, D-1754			
	20	EL 22-4100/02	Horno para película delgada de 110-120 V, 60 Hz, 1 Fase.	1	2738.09	2739.09
	283	EL 46-4240	Contenedor metálico.	10	0.79	7.90
3.3.5			PRUEBA DE DUCTIBILIDAD. ASTM D-113			
	290	EL 46-2615/02	Ductilómetro de 110-120 V, 60 Hz, 1 Fase.	1	4999.36	4999.36
	290	EL 46-2700	Moldes para briquetas.	3	170.01	510.03
	290	EL 46-2740	Placas base.	3	46.25	138.75
3.3.6			PRUEBA DE REBLANDAMIENTO. ASTM D-36			
	285	EL 46-4502	Aparato de anillo y bola.	2	392.26	785.92
	285	EL 46-4821/02	Agitador magnético.	1	458.39	458.39

ITEM	PAG.	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₡)	COSTO TOTAL(₡)
3.3.7			PRUEBA DE DESTILACION ASTM D-402			
	284	EL 46-2210	Aparato de destilación.	2	428.44	856.88
3.3.8			PRUEBA DE SOLUBILIDAD ASTM D-2042			
	284	EL 46-2228	Crisol Gooch.	2	9.52	19.04
3.3.9			PRUEBA DE DENSIDAD RELATIVA ASTM D-70			
	282	EL 46-2190	Picnómetro 25 ml.	3	46.88	140.64
3.3.10			PRUEBA DE DESLILACION. ASTM D-244 (EMULSIONES)			
	284	EL 46-2215	Aparato de destilación.	2	1144.98	2289.96
3.3.11			PRUEBA DE CONTENIDO DE AGUA. ASTM D-95 (EMULSIONES)			
	284	EL 46-2225	Contenedor de agua de acero.	1	506.60	506.60
	284	EL 46-2225/10	Condesador de reflujo.	1	68.40	68.40

ITEM	PAG.	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₺)	COSTO TOTAL(₺)
	284	EL 46-2225/12	Receptáculo rígido y director de reflujo.	1	61.34	61.34
3.3.12			PRUEBA DE ESTABILIDAD MARSHALL. ASTM D-1559			
	276	EL 45-6800/02	Aparato para prueba Marshall de 110-120 V, 60 Hz, 1 Fase.	1	2309.64	2309.64
	276	EL 45-6800/K2	Estuche para equipo Marshall.	1	63.66	63.66
	276	EL 45-6850	Breaking Head.	1	349.76	349.76
3.3.13			EXTRACCION DE ASFALTO ASTM 2172			
	263	EL 45-3800/01	Rota test 1500.	1	2007.83	2007.83
	18	EL 22-3000/01	Plato calentador.	1	214.60	214.60
	324	EL 81-4000	Bandeja para muestra.	1	10.64	10.64
	325	EL 82-0540	Cilindros medidores.	2	39.11	78.22
	325	EL 82-1970	Vianda evaporadora.	1	9.11	9.11
	326	EL 82-2100	Desecador tipo no vacío.	1	82.02	82.02
	328	EL 82-7091	Gelatina silica.	1	17.53	17.53
	268	EL 45-3850/01	Extractora de reflujo.	1	635.00	635.00
	322	EL 81-0430	Gauze de alambre de hierro.	1	18.22	18.22
	41	EL 23-4590	Extractor Universal (gato hidráulico).	1	1282.42	1282.42

ITEM	PAG.	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(L)	COSTO TOTAL(L)
3.3.14			PAVIMENTO			
	298	EL 47-1460	Viga Benkelman.	1	1400.32	1400.32
	298	EL 47-1460/10	Dial para medición horizontal, rango 0.4"x0.002" en divisiones.	1	365.94	365.94
	298	EL 47-1460/11	Dial para medición horizontal, rango 0.4"x0.0002" en divisiones.	1	365.94	365.94
	298	EL 47-1460/12	Dial para medición horizontal, rango 0.4"x0.002" en divisiones.	1	174.88	174.88
	298	EL 47-1460/14	Dial para medición horizontal, rango 25 mm x 0.02 mm en divisiones.	1	181.35	181.35
	298	EL 42-6000	Aparato para prueba de fricción en pavimento.	1	5451.00	5451.00
3.3.15			EQUIPO MISCELANEO.			
	323	EL 81-0518	Cronómetro.	3	17.79	53.37
	333	EL 82-5255	Termómetro IP 38C.	2	29.10	58.20
	289	EL 46-7006	Termómetro (paquete).	1	339.18	339.18
	333	EL 82-5257	Termómetro -6° a 400°C, IP 28C.	2	34.92	69.84
	333	EL 82-5259	Termómetro 155° a 175°C, IP 47C.	2	30.61	61.22
	332	EL 82-5247	Termómetro de laboratorio.	2	33.31	66.62

ITEM	PAG.	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₡)	COSTO TOTAL(₡)
	333	EL 82-5261	Termómetro IP 60C.	2	30.50	61.00
	333	EL 82-5263	Termómetro IP 61C.	2	33.79	67.58
	333	EL 82-5265	Termómetro IP 89C.	2	30.61	61.22
	338	EL 83-1230/02	Baños a temperatura constante de 110-120 V, 60 Hz, 1 Fase.	3	1697.72	5093.22
	282	EL 46-0801/02	Baños de aire 110-120 V, 60 Hz, 1 Fase.	1	382.81	382.81
	283	EL 46-4350	Recipiente de aluminio para ensayos.	6	12.86	77.16
	30	EL 22-7000	Balanza de Dial-O-Gram.	2	228.53	457.06
	321,	EL 81-0100	Espátula con hoja de 100 mm.	2	7.07	14.14
	31	EL 22-7350	Balanza de precisión 0.1 gr.	2	557.01	1114.02
	318	EL 79-5090	Tamiz N°14 con fondo y tapadera.	3	39.70	119.10
	318	EL 79-5120	Tamiz N°20 con fondo y tapadera.	3	39.70	119.10
	318	EL 79-5180	Tamiz N°50 con fondo y tapadera.	3	39.70	119.10
	318	EL 79-5210	Tamiz N°80 con fondo y tapadera.	3	39.70	119.10
	318	EL 81-0080	Brazo sujetador.	2	5.12	10.24
	318	EL 81-0090	Abrazadera.	2	10.52	15.36
	318	EL 82-0460	Probeta de vidrio, capacidad 500 ml.	3	17.91	21.04
	325	EL 82-0380	Probeta de vidrio, capacidad 100 ml.	3	5.48	16.44
	16	EL 22-1200/01	Hornos con capacidad para 300°C, 200 V.	2	1223.31	2446.62
	325	EL 82-0140	Vaso de vidrio, capacidad 250 ml.	3	1.91	5.76

ITEM	PAG.	CODIGO	NORMA Y DESCRIPCION DEL EQUIPO	CANT.	PRECIO UNITARIO(₡)	COSTO TOTAL(₡)
	325	EL 82-0220	Vaso de vidrio, capacidad 1000 ml.	3	9.37	28.11
	325	EL 82-0240	Vaso de vidrio, capacidad 2000 ml.	3	9.37	28.11

FABRICANTE : ELE INTERNATIONAL LTD. DE INGLATERRA.

La máquina UNIVERSAL MARCA "TINIUS OLSEN" de 800,000 LBS CAPACIDAD CIF ACAJUTLA US\$ 253,500.00
(DOSCIENTOS CINCUENTA Y TRES MIL QUINIENTOS DOLARES NORTEAMERICANOS).

ORIGEN: ESTADOS UNIDOS

FABRICANTE: TINIUS OLSEN TESTING MACHINE, INC.- ORIGEN ESTADOS UNIDOS

CAPITULO IV

"FUNCIONALIDAD Y RENTABILIDAD DEL LABORATORIO"

INTRODUCCION

Desde su fundación el laboratorio de materiales de la Escuela de Ingeniería Civil ha prestado sus servicios a la Universidad y a empresas particulares, en los campos de docencia y apoyo técnico, cumpliendo de ésta manera con los objetivos para los cuales fue creado.

En éste capítulo, se describen los objetivos y funciones del laboratorio, a la vez que se plantean requisitos que deben cumplir los usuarios que soliciten sus servicios, así como también los recursos de los que dispone el laboratorio en lo referente a espacio físico, personal, recursos financieros y equipo detallandose la condición actual y a la vez sugiriendo propuestas para mejorar las condiciones del laboratorio.

La parte final de éste capítulo trata sobre la administración y rentabilidad de los recursos del laboratorio en lo referente al uso de equipo y materiales; asignación de personal y rentabilidad; esto último cubre la rentabilidad económica y la rentabilidad que se obtiene en una forma intangible, cuando se trata de trabajos de investigación y asignaturas que utilizan los servicios del laboratorio.

4.1 OBJETIVOS Y FUNCIONES DEL LABORATORIO

4.1.1 OBJETIVOS DEL LABORATORIO

En general; los objetivos del laboratorio son: aprendizaje, docencia, investigación y apoyo técnico a particulares, ya sean éstos personas o empresas.

En lo que concierne a la docencia y aprendizaje éstos se fusionan en uno solo, con el fin de ayudar al estudiante en la adquisición de conocimientos teóricos por medio de prácticas de laboratorio.

La investigación en el laboratorio de Ingeniería Civil, está orientada en todos sus campos, de manera que pueda servir a la sociedad en la búsqueda de un ambiente óptimo para su desarrollo.

El apoyo técnico a particulares se da en forma continua, durante todo el año siendo éste el único servicio que genera ingresos. Por razones técnicas el apoyo que el laboratorio presta en este sentido es muy limitado.

4.1.2 FUNCIONES DEL LABORATORIO

Dentro de las funciones que desarrolla el laboratorio se pueden mencionar las siguientes:

4.1.2.1) Docencia y Aprendizaje

Esta función se realiza durante el ciclo lectivo, desarrollando prácticas de laboratorio para diferentes asignaturas, bajo la responsabilidad del personal técnico.

Con el objeto de ofrecer un buen servicio se hace necesario que cada una de las materias que demandan sus servicios presenten solicitud de uso del laboratorio, acompañada de su programación de actividades, antes de iniciar el ciclo correspondiente, para que el laboratorio pueda distribuir sus recursos en una forma óptima y así evitar contratiempos en la prestación de servicios.

Si los servicios del laboratorio no son solicitados para todo el ciclo, se hará la solicitud con dos semanas de anticipación como mínimo, esto con el objeto de que el personal encargado del laboratorio pueda programar dichas actividades en un horario conveniente, de manera que no interfiera con las prácticas de otras asignaturas.

En resumen es necesario presentar:

- 1) Solicitud de uso del laboratorio.
- 2) Programación de actividades.
- 3) Tiempo de duración de cada práctica y su

respectiva guía de realización, con el detalle del equipo a utilizar.

- 4) Número de personas que asistirán.
- 5) Docente a cargo de la materia o persona responsable.

Las asignaturas que demandan los servicios de laboratorio son:

Para la carrera de Ingeniería Civil.

- Mecánica de Suelos
- Ingeniería de Materiales
- Tecnología del Concreto (T.E.)
- Mecánica de los Sólidos III
- Laboratorio de Mecánica de Suelos (T.E.)

Para la carrera de Arquitectura.

- Estructura II

Para la carrera de Ingeniería Industrial.

- Tecnología Industrial

Para la carrera de Ingeniería Mecánica.

- Ciencia de los Materiales I

y para otras carreras.

- Seminario de Graduación

4.1.2.2) Investigación

El desarrollo de trabajos de investigación se realiza por medio de seminarios de graduación o por investigaciones planteadas por la Escuela de Ingeniería Civil, a través del laboratorio.

Si son personas o empresas particulares las que propongan un trabajo de investigación, éstas siempre serán canalizadas a la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, la que a su vez, la planteará a través del laboratorio.

Por ser trabajos de investigación a mediano o largo plazo, en los que es necesario realizar pruebas de laboratorio en una forma continua y periódica la calendarización de dichas pruebas se hará simultáneamente con las actividades docentes.

Siempre será necesario presentar una solicitud de uso del laboratorio y programación de actividades a realizar, con el fin de asignar el personal y equipo a utilizar en el transcurso de la

investigación, de manera que no interfiera en otras actividades. La solicitud se hará con la debida anticipación.

4.1.2.3) Asistencia técnica a particulares

En la prestación de servicios a particulares, el laboratorio proveerá el personal y el equipo necesario para la realización de pruebas ya sea dentro o fuera del campus Universitario, por ser ésta la única actividad rentable del laboratorio el pago se hará en efectivo o en especies, definiéndose por común acuerdo de las partes.

Dicho pago se hará de acuerdo a tarifas establecidas por la Dirección de la Escuela, con el consentimiento de la Junta Directiva de la Facultad. Se hará un ajuste a las tarifas, acorde a los índices inflacionarios.

4.2 RECURSOS DE QUE DISPONE EL LABORATORIO

4.2.1 ESPACIO FISICO

El laboratorio de la Escuela de Ingeniería Civil se encuentra ubicado en un edificio que fue inaugurado en el año de 1969 y destinado para el funcionamiento exclusivo del laboratorio.

El edificio consta de un área de construcción de 677.6 m² y presenta dentro de sus instalaciones: bodegas, áreas de circulación, salones para exposiciones o docencias, áreas de máquinas y equipo, cuarto de curado, contenedores, cubículos de laboratoristas, cubículo para administración, instalaciones eléctricas y de agua potable, servicios sanitarios y una adecuada ventilación, reuniendo las características necesarias para que el laboratorio funcione de una manera integral prestando todos los servicios para los cuales fue creado, docencia, aprendizaje, investigación y apoyo técnico a particulares.

Actualmente éstas instalaciones están siendo subutilizadas, en el sentido de que el área para laboratorio se ha visto reducida por diversas causas y razones, entre las que se pueden mencionar:

- a) De edificio de laboratorio paso a albergar a la Escuela de Ingeniería Civil con todo su cuerpo de docentes, personal administrativo y de servicio.
- b) Se le debe agregar que por diversas causas se han instalado en el edificio oficinas administrativas de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

- c) Se han asignado aulas para impartir asignaturas de varias escuelas.

- d) Se ha construido un local a la Sociedad Estudiantil en el área de trabajo del laboratorio.

Estos aspectos han contribuido a minimizar el rendimiento del laboratorio, perjudicando de una u otra manera a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, y particularmente a la Escuela de Ingeniería Civil.

Considerando que el edificio fue construido para fines exclusivos de Laboratorio de Materiales, y que actualmente tiene limitaciones de espacio físico, se propone que la primera planta sea adecuada para albergar únicamente al laboratorio, el cual contendría las siguientes áreas:

- Area de suelos
- Area de materiales
- Area de Pavimentos
- Area para investigadores
- Oficina para Jefe de laboratorio y secretaría
- Cuarto húmedo
- Almacenaje de materiales
- Bodegas
- Salón de usos múltiples

- Area de servicios sanitarios
- Pasillo para circulación

El área del segundo nivel, contendría:

- Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil
- Area para docentes
- Aula para evaluación de trabajos de graduación
- Area de servicios sanitarios
- Pasillos para circulación

Nota 1: La bodega de topografía, se mantendrá ubicada en su espacio actual, haciéndose la recomendación de construir una ventana hacia el exterior para la entrega de equipo con el objeto de no interferir con las actividades propias del laboratorio.

Nota 2: Se anexa planta de distribución para el área de laboratorio, y que incluye el detalle de la base para fijar equipo específico que se enumera a continuación:

Area de suelos

- Máquina para C.B.R.

Dimensiones : largo 550 mm

ancho 400 mm

alto 1220 mm

- Máquina para prueba triaxial

Dimensiones : largo 550 mm

ancho 550 mm

alto 1280 mm

- Máquina para Compresión Incofinada

Dimensiones : largo 362 mm

ancho 572 mm

alto 1092 mm

Area de Materiales

- Mesa de fluidez del cemento hidráulico

Dimensiones : largo 254 mm

ancho 254 mm

alto 500 mm

Area de Asfaltos

- Ductilómetro

Dimensiones : largo 1900 mm

ancho 450 mm

alto 450 mm

- Equipo para Prueba Marshall

Dimensiones : largo 550 mm

ancho 400 mm

alto 870 mm

4.2.2 PERSONAL

Actualmente el personal asignado al laboratorio es el siguiente:

- 1 Jefe de laboratorio.
- 3 Laboratoristas.

En este aspecto, es indispensable la contratación de personal, capacitado en operación y mantenimiento del equipo para lograr elevar el nivel técnico en el desarrollo de los trabajos de laboratorio; además, se requiere implementar un plan de capacitación técnica para lograr la incorporación del personal docente o de servicio, en los trabajos que realiza el laboratorio; así como también la contratación de personal administrativo y de servicio (secretaria y ordenanza) para uso exclusivo del laboratorio.

Se propone el siguiente personal:

- 1 Jefe de Laboratorio
- 6 Laboratoristas
- 1 Secretaria
- 1 Ordenanza

4.2.3 RECURSOS FINANCIEROS

Los recursos financieros con los que dispone el laboratorio en la actualidad están limitados únicamente al

cobro por los servicios prestados a particulares, de acuerdo a la conveniencia de las partes el cobro se hace en efectivo o en especies, pero éste ingreso por ser en forma eventual no representa una fuente permanente, por lo tanto no satisface las necesidades económicas para lograr el mantenimiento del equipo y la recuperación y/o reparación de equipo dañado.

Con el propósito de aumentar los servicios que prestan las áreas de suelos y materiales y además implementar el área de pavimentos y asfaltos se hace necesaria la captación de ingresos permanentes que ayuden en el reequipamiento y modernización del laboratorio, para ello se propone lo siguiente:

- a) Una asignación fija al laboratorio por parte de la Universidad de El Salvador y que esté dentro del presupuesto oficial. Esto con el objetivo de adquirir equipo mayor, así como también su respectivo mantenimiento, lo cual contribuiría a una modernización periódica del laboratorio; acorde a los tiempos actuales.

- b) Una vez el laboratorio cuente con el equipo necesario que ayude a aumentar la modernización del mismo y su prestación de servicios a particulares, ésta fuente de ingresos aumentaría la rentabilidad

del laboratorio y dichos fondos podrían destinarse a la compra y mantenimiento de equipo menor y materiales que se usarían en los trabajos de investigación que realiza el laboratorio, ya sea en seminarios de graduación o temas propuestos por la Dirección de la Escuela.

- c) Con el objetivo de procurar el mantenimiento y la adquisición de equipo menores, como también materiales indispensables en los ensayos que se realizan, debe aplicarseles una cuota estudiantil a las asignaturas que demandan los servicios del laboratorio.

- d) Si los servicios de laboratorio son solicitados en forma eventual por docentes o asignaturas de la Facultad o de la Universidad, la cuota estudiantil será fijada de acuerdo a los servicios a prestar por el laboratorio.

Para la administración de los Recursos Financieros, serían las autoridades de la Escuela de Ingeniería Civil o de la Facultad los encargados de buscar la forma idónea de administrarlos y velar por que dichos recursos sean invertidos en el laboratorio.

4.2.4 EQUIPO ACTUAL

El laboratorio en la actualidad cuenta con el siguiente equipo, el cual ha sido evaluado previamente para determinar su estado.

MAQUINA	AÑO DE FABRICACION	ESTADO	RECOMENDACION
Máquina Universal	1970	BUENO	Adquirir un modelo mas reciente
PT-30 Rompedora de Tubos de Conc.	1977	BUENO	Cambiar Manometro
Máquina Triaxial	---	BUENO	Adquirir otra
Máquinas Concreteras	1980 1993	AMBAS EN BUEN ESTADO	---
Consolidómetro	---	BUENO	Adquirir una de marca, que este bajo norma
De los Angeles	---	BUENO	---
Cortadora de Bloques (sierra electrica)	---	BUENO	Adquirir otra
Vibrador de Tamices (2)	1988 1989	BUENO	---
Corte Directo	---	MALO	Comprar una
Versatester (2)	---	En Reparación	
Autoclave	---	BUENO	Completar equipo P/efectuar la prueba
Máquina manual para ensayo a compresión	---	BUENO	Adquirir uno motorizado
Equipo perforación estandar (S.P.T.)	---	BUENO	Adquirir otro
Horno Corriente (2)	---	BUENO	Adquirir uno de mas capacidad
Horno para pavimentos	---	REGULAR	Comprar uno

NOTA : Todo el equipo para ensayos a los asfaltos no funciona y es necesario reponerlo.

4.3 ADMINISTRACION Y RENTABILIDAD DE LOS RECURSOS DEL LABORATORIO.

4.3.1 USO DE EQUIPOS

De acuerdo a los objetivos que persigue el laboratorio, que son docencia, aprendizaje, investigación y apoyo técnico a particulares, así serán los requerimientos para el uso del equipo.

a) Docencia y Aprendizaje

Este literal se refiere a todas aquellas asignaturas, que ya sea en forma continua o eventual, requieran los servicios del laboratorio.

Por ser ésta un área donde se da la participación activa del alumno, es indispensable que se cuente con el apoyo de personal especializado en el uso de equipo de laboratorio.

Existe equipo que no requiere de una capacitación especializada para su operación, y puede ser utilizado por los alumnos, bajo supervisión del laboratorista, auxiliar de Docente o del Docente Responsable.

Se recomienda impartir una charla previa a las pruebas o ensayos a realizar donde se detalle el procedimiento de la prueba y el uso u operación del equipo.

Con respecto al equipo que requiera de conocimiento especializado o capacitación para su operación, no podrá ser usado por alumnos o docentes no autorizados; quedando el manejo del equipo como una exclusividad para el laboratorista capacitado o una persona competente autorizada por el jefe de laboratorio o el director de la escuela, según el caso.

b) Investigación y apoyo técnico a particulares

b.1) Investigación

Los trabajos de investigación se desarrollan por medio de seminarios de graduación realizados por estudiantes o a través de temas propuestos por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil y que son realizados por docentes de la Facultad o por personas particulares que no están bajo supervisión directa del personal del laboratorio; por lo que se hace necesario capacitar a las personas involucradas en los trabajos de investigación en el uso adecuado del equipo.

En caso que se requiera del conocimiento especializado para el manejo y operación del equipo será el personal del laboratorio el que realizará las pruebas.

Se autorizará a los investigadores el uso de equipo que requiera de conocimiento especializados previa verificación de los conocimientos adecuados del funcionamiento del equipo.

Dicha autorización la hará el Jefe del laboratorio o el Director de la Escuela de Ingeniería Civil, según el caso.

b.2) Apoyo técnico a particulares

Esta área comprende todos aquellos ensayos o pruebas, a través de los cuales la Escuela de Ingeniería percibe ingresos y será de responsabilidad exclusiva del personal de laboratorio el uso y operación del equipo, bajo supervisión del jefe del laboratorio, previa autorización del Director de la Escuela de Ingeniería Civil o del Decano de la Facultad, según el caso.

Antes de cada prueba será requisito indispensable elaborar un inventario del equipo a utilizar en las distintas pruebas que se realicen, ya sea en el área de docencia, aprendizaje, investigación o apoyo a particulares, siendo obligación del usuario la entrega

del equipo completo y en buen estado, de acuerdo al inventario realizado previamente.

4.3.2 USO DE MATERIALES.

a) Docencia y aprendizaje

Las personas responsables de las asignaturas que solicitan los servicios de laboratorio deberán proveer con anticipación una lista de los materiales que se requieran para realizar los ensayos; con el fin de proporcionar a los estudiantes los materiales adecuados y en cantidades suficientes para realizar las pruebas.

b) Investigación y apoyo técnico a particulares

b.1) Investigación

En éste caso serán los involucrados en los trabajos de investigación los obligados a proveerse de los materiales que utilicen en las pruebas de acuerdo a las necesidades específicas de cada caso y el laboratorio estará exento de dicha obligación.

b.2) Apoyo técnico a particulares

De acuerdo a las necesidades específicas del interesado, éste proporcionará los

materiales necesarios y en cantidades suficientes de acuerdo a las respectivas pruebas. Se recomienda que cada muestra sea identificada.

Los encargados del laboratorio decidirán si los materiales usados en las pruebas son reutilizables o en caso contrario serán desalojados fuera de las instalaciones del laboratorio, buscando alternativas de aplicación.

Cuando los usuarios sean los alumnos, serán estos los responsables de desalojar dichos materiales bajo supervisión del personal del laboratorio.

Las pruebas y los materiales que se usan para fines de investigación y servicio a particulares, podrán utilizarse con fines de docencia y aprendizaje, previo consentimiento del Jefe del Laboratorio, y bajo supervisión del personal técnico.

4.3.3 ASIGNACION DE PERSONAL.

De acuerdo a la asignación de personal sugerida en el

numeral 4.2.2, donde se propone:

1 Jefe de Laboratorio

6 Laboratoristas

1 Secretaria

1 Ordenanza

Las funciones que desempeñaran cada uno de ellos, serán coordinadas por el Director de la Escuela de Ingeniería Civil o las autoridades respectivas, según el caso; estas funciones se dividirán en docencia y apoyo en las áreas de investigación y servicio a particulares.

En una forma directa será el Jefe del Laboratorio quien asignará al personal encargado de atender el área de docencia y aprendizaje e investigación y servicio a particulares, seleccionando el personal idóneo para cada área.

Coordinado de manera tal, que no interfieran las actividades docentes con las de investigación y servicios a particulares, por tal razón es conveniente que los responsables de las asignaturas que soliciten los servicios del laboratorio presenten un plan de trabajo detallando la cantidad de ensayos que se realizarán durante el tiempo que se imparta la asignatura, indicando el horario tentativo en que podrían realizarse dichos ensayos.

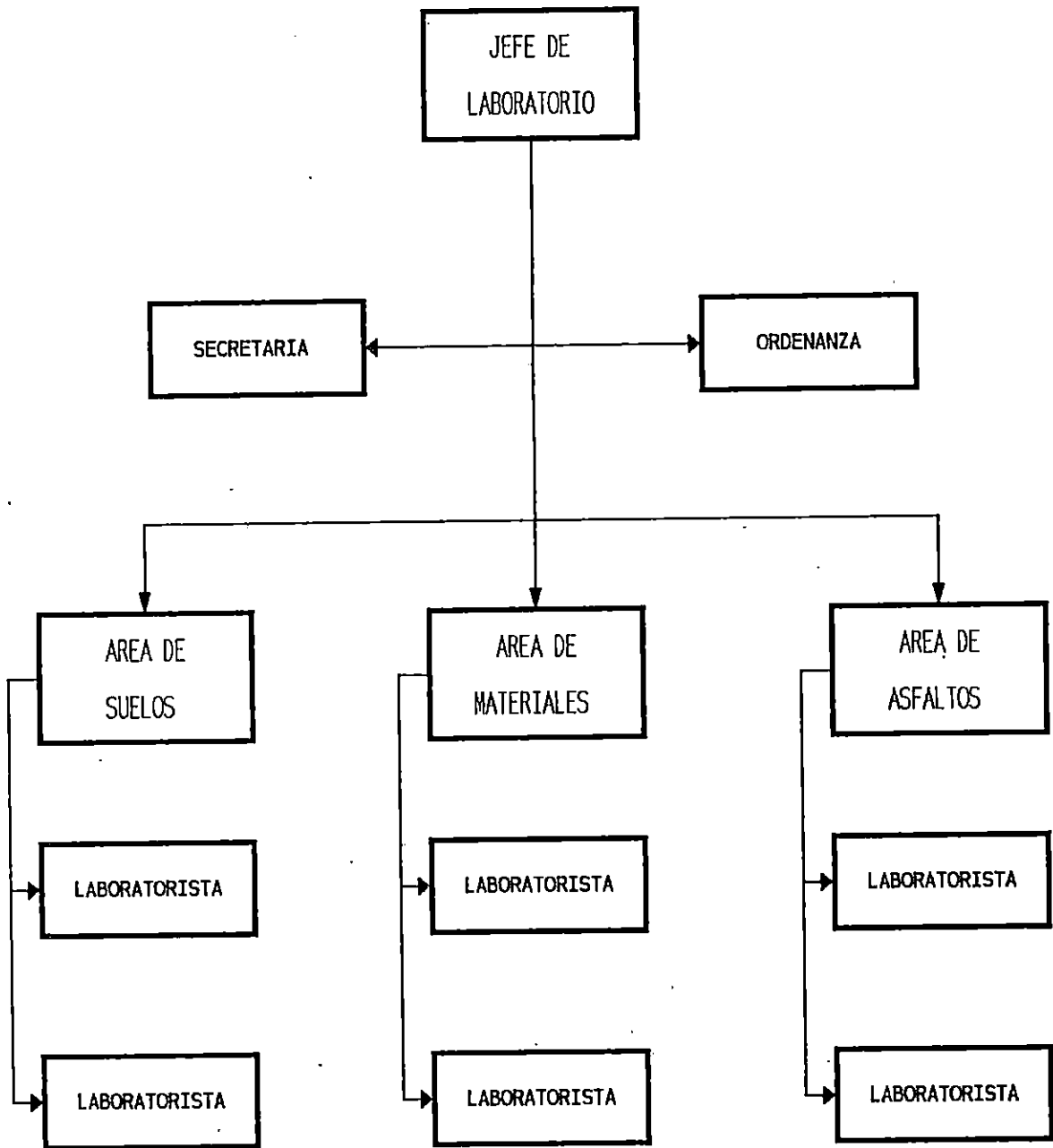
En caso que los servicios del laboratorio sean solicitados en forma eventual o esporádica para apoyar la enseñanza de alguna asignatura y considerando que la prioridad del laboratorio es la de docencia y aprendizaje, se asignará todo el personal de laboratoristas a cubrir el área de docencia, relegando a un segundo plano el servicio a particulares.

Se plantea que el laboratorio preste servicios cubriendo tres áreas específicas: suelos, materiales y asfalto. Por tal razón se propone que a cada área se asigne dos laboratoristas con capacidad para cubrir las áreas de docencia y servicios a particulares.

La secretaría estará para atender exclusivamente las actividades del laboratorio.

A continuación se presenta una propuesta de organización para el funcionamiento operativo del laboratorio.

ORGANIGRAMA



4.3.4 RENTABILIDAD

La Escuela de Ingeniería Civil, a través del laboratorio de suelos y materiales genera ingresos en forma casi permanente aliviando en gran medida la crisis presupuestaria que afecta a la Escuela y en general a la Universidad.

Como se menciona anteriormente, dichos fondos son obtenidos en efectivo o en especies a cambio de trabajos o servicios que la Escuela brinda a particulares.

Por lo tanto todo servicio que preste el laboratorio estará regulado por la tarifa vigente en el momento en que se haga efectivo el cobro.

En el anexo B se presentan tablas de aranceles de la Universidad de El Salvador y de otros centros de estudios que prestan servicios similares a los que la Escuela brinda a particulares, como parámetros de comparación.

En el área de docencia-aprendizaje la rentabilidad se obtiene en base al conocimiento adquirido por los estudiantes y se manifiesta a través del desempeño de los mismos en el campo profesional.

A la vez, la escuela puede utilizar los resultados obtenidos en las prácticas realizadas por los estudiantes, en proyectos de investigación y servicios a particulares con el fin de crear un banco de datos que contenga información de las características físicas, mecánicas y químicas de los suelos y materiales y los cambios que sufren estos con el tiempo; como por ejemplo degradación, contaminación, saturación, etc.

Esta información puede ser dirigida como material de apoyo a:

- Trabajos de graduación.
- Proyectos de investigación.
- Apoyo a empresas particulares para la formulación de proyectos.

En relación al aprendizaje de los estudiantes, el beneficio que la escuela obtiene se refleja en la adquisición de conocimiento teórico-práctico en el desarrollo de pruebas de laboratorio en las áreas de suelos, materiales y asfaltos que son parte de los conocimientos básicos del Ingeniero Civil. Asignando un número adecuado de alumnos a las prácticas de laboratorio se aprovechará el equipo de manera eficiente.

CAPITULO V

"CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES"

CONCLUSIONES

- 1) Desde su fundación el laboratorio ha sido equipado de forma irregular, nunca se ha asignado una cantidad considerable para mantenimiento y reequipamiento.
- 2) El área de Suelos y Materiales cuenta con casi todo el equipo necesario para que el laboratorio pueda funcionar adecuadamente en éstas áreas; no así, el área de Pavimentos y Asfaltos, donde se carece del equipo básico para realizar las pruebas.

A continuación se presenta la funcionalidad del laboratorio en base a las pruebas propuestas en el capítulo II. Solamente se hace mención del numeral correspondientes a cada prueba.

AREA	PRUEBAS PROPUESTAS		% DE RENDIMIENTO
	SE REALIZA	NO SE REALIZA	
SUELOS	2.1.1 2.1.2 2.1.3 2.1.4 2.1.5 2.1.6 2.1.7 2.1.8 2.1.9		77.30

AREA	PRUEBAS PROPUESTAS		% DE RENDIMIENTO
	SE REALIZA	NO SE REALIZA	
SUELOS	2.1.12 2.1.14 2.1.15 2.1.16 2.1.18 2.1.19 2.1.21 2.1.22	2.1.10 2.1.11 2.1.13 2.1.17 2.1.20	
MATERIALES			
Agregados	2.2.1.1 2.2.1.2 2.2.1.4 2.2.1.5 2.2.1.6	2.2.1.3 2.2.1.7	71.00
Cemento	2.2.2.1 2.2.2.2 2.2.2.5	2.2.2.3 2.2.2.4 2.2.2.6 2.2.2.7 2.2.2.8	37.50
Concreto Fresco	2.2.3.1 2.2.3.2 2.2.3.3 2.2.3.4 2.2.3.5 2.2.3.6 2.2.3.7 2.2.3.11	2.2.3.8 2.2.3.9 2.2.3.10 2.2.3.12 2.2.3.13	61.50

AREA	PRUEBAS PROPUESTAS		% DE RENDIMIENTO
	SE REALIZA	NO SE REALIZA	
Concreto Endurecido	2.2.4.3 2.2.4.5 2.2.4.6	2.2.4.1 2.2.4.2 2.2.4.4 2.2.4.7 2.2.4.8 2.2.4.9	33.33
PAVIMENTO Y ASFALTO			
Cemento Asfálticos	2.3.1.3	2.3.1.1 2.3.1.2 2.3.1.4 2.3.1.5 2.3.1.6 2.3.1.7 2.3.1.8 2.3.1.9 2.3.1.10	10.0
Asfaltos Líquidos		2.3.2.1 2.3.2.2 2.3.2.3	00.0
Embulsiones Asfálticas		2.3.3.1 2.3.3.2 2.3.3.3 2.3.3.4 2.3.3.5 2.3.3.6	00.0
MEZCLAS ASFALTICAS Y PAVIMENTOS	2.3.4.2	2.3.4.1	50.0

NOTA: De 80 pruebas propuestas el laboratorio realiza 38, para el 47.5% de funcionamiento.

- 3) El costo para el reequipamiento total del área de Pavimentos y Asfalto basados en la cotización realizada en el capítulo III es de ¢ 767,551.59, siendo ésta la de menor costo y la de mayor equipo dañado.

- 4) El área de laboratorio ha sido reducida en los últimos años, siendo ésta una limitante para el buen funcionamiento, subutilizando las instalaciones del edificio como laboratorio, ya que éste posee las condiciones adecuadas para que pueda funcionar de forma integral, cumpliendo los objetivos para los cuales fue creado.

- 5) Comparando con tarifas de laboratorios de instituciones educativas que prestan servicios técnicos a particulares, se concluye que la Escuela de Ingeniería Civil tiene los precios más bajos.

La conclusión fundamental de ésta propuesta es, que es factible su implementación, siempre que se le de el seguimiento adecuado y el interés necesario para llevarla a buen fin.

RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda darle seguimiento a la propuesta de reequipamiento, ya sea a través de una donación o de un préstamo y así completar las áreas de suelos y materiales, e implementar el área de pavimentos y asfalto, donde se carece del equipo básico para la realización de las pruebas.
- 2) Una forma de reequipar el laboratorio de Suelos y Materiales, es buscando un financiamiento a través de Universidades extranjeras que podrían hacer donaciones de equipo, o en efectivo, para el desarrollo de Temas de Investigación Propuestos por la Escuela de Ingeniería Civil, a dichas Universidades.
- 3) Para mejorar el funcionamiento del laboratorio, se recomienda que el edificio retorne a cumplir el fin para que fué creado, que es de uso exclusivo como edificio de Laboratorio de Suelos, Materiales, Pavimentos y Asfalto.
- 4) Es necesario la actualización en los honorarios de servicios de laboratorio, en concordancia con las tarifas de otros laboratorios, que prestan servicios similares, sin llegar a competencia desleal.

- 5) Destinar un área específica para la instalación de la máquina de los Angeles, construyendo un cuarto que aisle el sonido que ésta produce para que no interfiera en las actividades del laboratorio.
- 6) Es necesario una revisión total del sistema eléctrico del edificio para evitar posible daños a la maquinaria que se adquiriera.
- 7) El personal que opere el equipo debe ser previamente capacitado en el manejo del mismo siendo éste un factor importante en el mantenimiento del equipo.
- 8) La permanencia del personal de laboratorio deberá programarse de tal manera que este desde las 7 A.M. hasta las 7 P.M. y sábado de 8 A.M. a 12 M.D. A fin de dar cubrimiento a prácticas de laboratorio de las asignaturas, trabajos de graduación y servicios a la Empresa Privada.
- 9) DESGLOSE DE COSTOS EN REDUCCION A UN MINIMO-MINIMO

AREA DE SUELOS

Equipo Mayor	₡ 59,839.46	¢ 868,868.96
Equipo Menor	₡ 16,450.51	¢ 238,861.41

AREA DE MATERIALES

Equipo Mayor	X 48,262.91	ç 700,777.45
Equipo Menor	X 77,946.10	ç 1,131,777.40

AREA DE ASFALTOS

Equipo Mayor	X 41,688.83	ç 605,321.81
Equipo Menor	X 11,172.85	ç 162,229.78

En relación a este desglose de costos, se propone por lo menos equipar el área de Pavimentos y Asfaltos, en lo que respecta a equipo mayor, el equipo menor puede adquirirse del existente actualmente en el laboratorio.

En general el reequipamiento del laboratorio se podría hacer en tres etapas:

ETAPA 1: Equipo mayor para Pavimento y Asfalto

ETAPA 2: Equipo menor para Pavimento y Asfalto

ETAPA 3: Equipar alternativamente el área de
Suelos y Materiales

BIBLIOGRAFIA

- Volúmenes de la A.S.T.M. N°: 01.04, 04.01, 04.02, 04.03 y 04.08
- Diseño y Control de Mezclas de Concreto, del Instituto Mexicano del Cemento y Concreto, A.S.
- Tecnología del Concreto, tomos I, II y III, A.M. Neville.
- Mecánica de Suelos, Tomos I y II, Juarez Badillo-Alfonso Rico.
- Introducción a la Mecánica de Suelos, Sowers-Sowers.
- Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil, Joseph E. Bowles, Mc Graw-Hill.
- Manual de Mezclas Asfálticas, Barber Greene.
- Guía Teórica-Práctica de laboratorio para pruebas de Asfaltos, Tesis: UCA. Facultad de Ingeniería Civil. 1989
- Reglamento interno de la Universidad de El Salvador.

A N E X O A

ENSAYOS DE LABORATORIO PARA MATERIALES ASFÁLTICOS

Justificación de los Ensayos

La AASHTO especifica propiedades que deben cumplirse para los diferentes productos asfálticos, para lo cual se establecen pruebas para determinarlos.

En el caso de los tipos de materiales asfálticos existentes en el país: el cemento asfáltico y el asfalto rebajado de curado rápido, están regidos por las normas AASHTO M 20-70 para cemento asfáltico y M AASHTO 81-70 para asfaltos rebajados de curado rápido. Las normas recomiendan pruebas para conocer las propiedades de estos productos.

Ensayos para el Conocimiento de las Propiedades de los Materiales Asfálticos

Medición de la Gravedad Específica: Método del Picnómetro

AASHTO T 228-68

ASTM D 70-52 (1961)

Objetivo

Determinar la densidad y la densidad relativa de los materiales asfálticos de consistencia semisólida o líquida. El método es aplicable a materiales líquidos muy volátiles.

Discusión Teórica

Densidad: Se define la densidad como la masa de la unidad de volumen de una sustancia. El resultado deberá indicar la unidades de masa y volumen utilizados, así como la temperatura a la que se ha realizado la determinación. Usualmente 25°C.

Densidad Relativa: Se define la densidad relativa como la relación de un volumen dado de material a una temperatura t_1 y la masa de un volumen igual de agua pura a una temperatura t_2 . Normalmente $t_1=t_2= 25^\circ\text{C}$, sino, debe ser especificado.

Gravedad o peso específico: Se define como el peso de la unidad de volumen de un material cualquiera a una temperatura constante. Este valor varía según el lugar geográfico en que se efectúe la prueba.

Gravedad específica relativa: Se define como la razón del peso de un material entre el peso de un mismo volumen de agua a una misma temperatura.

El procedimiento general del ensayo aplicable, a los materiales líquidos, semisólidos y sólidos, está basado en la determinación de la densidad relativa mediante el picnómetro, obtenida comparando las masas de volúmenes

iguales de material y agua a la misma temperatura, t_1 ; si esta no se especifica, se entenderá la temperatura normalizada de 25°C. La densidad a la temperatura t_2 , se calcula a partir de la densidad relativa a las temperatura t_1 y t_2 no son iguales, la densidad relativa se obtiene dividiendo la densidad del material a la temperatura t_1 por la densidad del agua a la temperatura t_1 .

Para materiales de consistencia sólida, como cementos asfálticos puede seguirse un procedimiento alternativo para determinación de la densidad, denominado "Método del Desplazamiento".

Materiales y Equipo

- Baño de maría
- Termómetro
- Picnómetro
- Solvente (acetona o gasolina)
- Agua destilada
- Asfalto rebajado de curado rápido RC-250
- Balanza con precisión de 0.1 gr.
- Papel higiénico
- Beaker de 400 ml

Procedimiento

- 1° Una muestra de aproximadamente 400 ml de asfalto rebajado se deja durante 30 min. como mínimo en un baño de maría a 25°C. Esto se mide con el termómetro fijado al baño.
- 2° Se pesa el picnómetro vacío. Es el peso "a".
- 3° Se llena el picnómetro de agua destilada a 25°C, se seca por fuera y se pesa, el peso del picnómetro más el agua destilada será "b".
- 4° Se vacía el picnómetro y se seca.
- 5° Se llena el picnómetro con asfalto y se actúa de la misma manera que en "b". Se lava el exterior con acetona o gasolina y luego se pesa el picnómetro más el asfalto. Este será el peso "c".
- 6° Se calcula la gravedad específica con la fórmula:

$$S = \frac{c - a}{b - a}$$

Medición de la Gravedad Específica: Método del Desplazamiento

AASHTO T 229-68

ASTM D 71-71a

Objetivo

Determinar la densidad y la densidad relativa o gravedad específica de los materiales asfálticos de consistencia sólida o semisólida, o muy densas.

Discusión Teórica

La determinación de la densidad por este procedimiento se basa en el empuje que experimentan los sólidos al sumergirse en un líquido. Para ello, la muestra se cuelga del platillo de una balanza, por medio de un alambre fino y se determina su masa al aire para, a continuación, pesarla sumergida en agua y obtener la masa del volumen de agua equivalente, por diferencia entre ambas pesadas. El ensayo se realiza a la temperatura de 25°C.*

Materiales y Equipo

- Balanza de brazo con precisión de 0.1 gr
- Cemento asfáltico muy denso
- Espátula o cincel de punta plana
- Trozo de alambre de aproximadamente 40 cms de largo
- Detergente
- Agua destilada
- Beaker de 600 ml

* Ver discusión teórica del ensayo de laboratorio anterior.

Procedimiento

- 1° Con la espátula cortar una muestra de cemento asfáltico y enrollarla con un alambre.
- 2° Quitar el plato de la balanza basculante y si soporte, colocar el alambre en la muestra y pesarlo "a".
- 3° Introducir la muestra, de manera que no se formen burbujas en su superficie, dentro del beaker con agua. Pesar esta muestra sumergida, éste es el peso "b".
- 4° Calcular la gravedad específica según la fórmula:

$$S = \frac{a}{a-b}$$

Solubilidad en Disolventes Orgánicos de los Materiales
Asfálticos

AASHTO T 44-70 (1974)

ASTM T 2042-76 (1981)

Objetivo

Determinar la cantidad de materia mineral que contienen los materiales asfálticos.

Discusión Teórica

Por definición un producto asfáltico es la mezcla de hidrocarburos y sus derivados, soluble en sulfuro de carbono.

Para determinar la cantidad de material mineral en un producto asfáltico, el método se basa en el fenómeno químico de la disolución de hidrocarburos en disolventes orgánicos.

La mayoría de los disolventes orgánicos empleados son tóxicos en mayor o menor grado y muchos de ellos son también inflamables, por lo que su empleo debe realizarse tomando todas las precauciones de seguridad necesarias para su manejo.

Entre los diferentes disolventes orgánicos que pueden utilizarse y que se encuentran en el medio se tiene:

Sulfuro de Carbono: Por definición, es la solubilidad en

este disolvente la que define la cantidad de asfalto de un producto asfáltico. Este disolvente es adecuado para su empleo tanto en alquitranes como en cementos asfálticos. Es muy inflamable, inflamándose además sus vapores espontáneamente al entrar en contacto con superficies calientes, como placas de calefacción. Es también muy tóxico e irritante para la piel, por lo que su manejo se hará siempre en lugares bien ventilados y lejos de fuentes de calor.

Tetracloruro de Carbono: Al no ser inflamable, se recomienda su empleo para la determinación del contenido de asfalto en lugar del sulfuro de carbono. Es tóxico.

Benceno: Este disolvente se emplea a veces en lugar del sulfuro de carbono y es adecuado para su empleo con cementos asfálticos. Es tóxico e inflamable.

Tricloroetileno: Este disolvente es adecuado para la determinación de la solubilidad de los cementos asfálticos, pero no para los alquitranes. Es menos tóxico que el tetracloruro de carbono y no es inflamable, aunque en presencia de llama, sus vapores se transforman en fosgeno, un gas sumamente tóxico, debe emplearse por tanto en ambientes bien ventilados, y no se debe fumar ni

tener fuentes de calor en actividad cuando se opere con él.

Materiales y Equipo

- Frasco para filtro 250-500 ml
- Tubo de filtro
- Tubo de hule o adaptador
- Crisol de Gooch de porcelana
- Balanza con precisión de 0.001 g
- Erlenmeyer de 125 ml
- Termómetro
- Solvente orgánico elegido
- Horno
- Asfalto

Procedimiento

Método de Crisol de Gooch

- 1° Se monta el crisol sobre la alargadera y el tapón de goma, se conecta la línea de vacío y se añade, hasta llenar el crisol, una porción de fibra de asbesto, dispersada previamente en agua destilada, dejando que sedimente y aplicando después una ligera succión para eliminar el agua. El proceso se repite hasta que se consiga una capa de asbesto que

tenga una masa, después de calcinada de 0.5 ± 0.1 gramos. Seguidamente se lava la capa de asbesto con agua, se desmonta el crisol, se seca en estufa y se calcina al rojo oscuro, se enfría y luego se pesa. El proceso de calcinación y enfriamiento se repite hasta obtener un peso constante (± 0.3 mg), reservando finalmente el crisol ya preparado, en un desecador hasta el ensayo.

- 2° Temperatura de ensayo: Normalmente la temperatura a la que se realiza el ensayo no influye en los resultados, por lo que éstos pueden realizarse a temperatura ambiente.
- 3° Se pasan e gramos de muestra en un frasco enliemeyer de 125 ml previamente tarado, y se añaden 100 cm^3 en pequeñas porciones del disolvente elegido, agitar continuamente para que desaparezcan los gramos y no quede material adherido a las paredes, dejarlo reposar por 15 min. Se monta el crisol de Gooch ya preparado y se humedece la capa de asbesto con una pequeña cantidad de disolvente, decantando la solución y filtrando con ayuda de una ligera succión.

El frasco se lava con porciones de disolvente, y frotándolo con la alargadera, a fin de eliminar todo rastro de material insoluble; luego se vierte el líquido a través del crisol. Finalmente, se lavan completamente la varilla y el frasco con disolvente, que se pasan al filtro el cual se termina lavando con pequeñas porciones de disolvente hasta que el filtrado sea incoloro, aplicando ahora una succión más enérgica para eliminar el disolvente residual.

Luego se desmonta el crisol y se limpia con disolvente su fondo, colocándolo sobre un vidrio limpio para que se evapore el disolvente, lo que puede reconocerse por el olor. Una vez evaporado el disolvente, se seca el crisol en un horno a 110°C durante min, se deja enfriar en el horno a temperatura ambiente. Se pesa el crisol, se resta su tara, se divide por el peso de la muestra y se multiplica por 100, determinando el porcentaje de materia insoluble. Este valor restado de 100 da el porcentaje de solubilidad en disolventes orgánicos.

Destilación

AASHTO T 78-24

ASTM T 402-72

Objetivo

- Que el estudiante pueda ensamblar el equipo usando para la destilación de productos asfálticos.
- Conocer la importancia del ensayo de destilación.
- Determinar la cantidad de volátiles que se desprende de los productos asfálticos.

Discusión Teórica

Destilación es la operación que consiste en separar varios cuerpos líquidos y semisólidos o sólidos mezclados, en solución los unos en los otros, aprovechando la diferencia de sus puntos de ebullición.

El ensayo de destilación es usado para determinar la volatilidad de los materiales bituminosos. Su principal propósito es averiguar la cantidad de volátiles que se desprenden a una temperatura determinada y la cantidad y carácter del residuo. Esto da una indicación de lo que debe esperarse en la aplicación del material.

Materiales y Equipo

- Aparato de destilación, el cual lo componen una alambique de aluminio con tapadera y cierre de presión y un condensador cuerpo de bronce.
- Termómetro de 400°C ó 760°F
- Adaptadores curvos de vidrio
- Probeta de 250 ml
- 2 soportes de hierro
- Mechero y soporte
- Asfalto rebajado RC-250 (200 cm³)
- Detergente
- Solvente (acetona y gasolina)
- Beaker resistente al calor y guantes de amianto

Procedimiento

- 1° Ensamblar el aparato.
- 2° Se colocan en el alambique 200 cm³ del asfalto rebajado RC-250 a ensayar y se denomina V₁.
- 3° Se aprietan bien todas la conexiones asegurándose de que el agua corre a través del condensador.
- 4° Se enciende el mechero y se regula el calor manteniéndolo constante.

Cuando cae la primera gota del extremo del condensador se observa la temperatura en el termómetro y se anota como punto inicial de ebullición (PIE).

- 5° Una vez alcanzados los 25°C hay peligro que se produzca espuma, si el material tiende a producir espuma se aplicará el calor cerca del borde del alambique.

Cuando el termómetro marca los 225°C se lee el volumen de disolvente en la probeta y se denomina V_2 .

- 6° Se regula la llama de forma que el destilado resultante caiga a la velocidad de 50 a 70 gotas por minuto hasta 260°C.
- 7° Alcanzados los 260°C se lee el volumen de disolvente contenido en la probeta y se denomina V_3 .
- 8° Si es necesario, nuevamente se regula la llama de forma que el destilado caiga a la velocidad de 20 a 70 gotas por minuto.

9° Cuando se alcanzan los 316°C se lee en la probeta el volumen de disolvente y se denomina V_4 .

10° Al llegar a los 360°C se apaga el fuego y, mediante guantes de amianto, se quita la tapa del alambique, se saca el termómetro, se limpia con un trapo, se vierte el residuo en un molde y se determina su volumen el que será V_5 .

Se debe tener cuidado que no haya fuegos abiertos o metales calientes próximos cuando se vierte el material.

11° Una vez que han dejado de salir vapores del residuo, puede agitarse este para asegurar su uniformidad, viertiéndolo en moldes o recipientes para los posteriores ensayos del residuo, que son ductilidad, solubilidad en disolventes orgánicos y el de penetración.

12° Se procede a leer el volumen de disolvente que se obtiene en la probeta al alcanzar el alambique los 360°C y será denominado V_6 .

13° Los porcentajes de destilación de disolventes hasta

las diferentes temperaturas se harán en base al destilado total extraído a 360°C o sea sobre el V₆.

Prueba de Flotación

AASHTO T 50-69

ASTM T 139-49 (1968)

Objetivo

Determinar el grado de rigidez y la consistencia o coherencia entre las partículas de los materiales asfálticos que servirán como ligantes entre áridos en mezclas asfálticas.

Discusión Teórica

Consistencia: Coherencia, solidez entre las partículas que forman un cuerpo.

Este es el ensayo dentro del grupo de propiedades generales que determina la solidez de materiales asfálticos. Los asfaltos más viscosos que los asfaltos líquidos (SC, MC y RC) de grado 3000 no pueden estudiarse de modo adecuado con el ensayo de viscosidad, por otra parte los que tienen una penetración mayor que 300 no resultan adecuados para sufrir el ensayo de penetración. Por consiguiente hay un determinado margen de

consistencia en el que ninguno de los dos ensayos es aplicable.

Materiales y Equipo

- Producto asfáltico
- Equipo de flotador y collar
- Beaker de 800 ml
- Soporte de bronce
- Soporte circular de 5" de diámetro
- Círculo de malla metálica
- Mechero
- Cronómetro
- Termómetro de rango de $-2 +80^{\circ}\text{C}$
- Agua Destilada
- Asfalto (de cualquier tipo)
- Solvente para limpiar (acetona o gasolina)

Procedimiento

- 1° Llenar el beaker de agua destilada y bajarle la temperatura al agua hasta $5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y dejarlo durante 5 minutos así.

- 2° Llenar completamente el anillo con asfalto y erroscarlo en el flotador, habiendo estado el asfalto a temperatura ambiente por 15 minutos.

- 3° Colocar el flotador dentro del agua y empezar a calentarlo conectando y encendiendo el mechero.
- 4° Medir el tiempo y la temperatura a la cual el asfalto en el anillo deja pasar el agua hacia dentro del flotador.

Ensayos para el Conocimiento de las Propiedades Necesarias, para Uso en la Obra

- Punto de Reblandecimiento

AASHTO T 53-74

ASTM T 2398-68

Objetivo

Conocer la temperatura exacta a la cual el asfalto se reblandece de manera que empieza a volverse fluido y manejable.

Discusión Teórica

En general, los productos asfálticos, no tienen una temperatura de fusión fija y definida, por lo que cuando se calientan van pasando gradual e imperceptiblemente desde una consistencia quebradiza o muy pastosa a otra más blanda y fluida. Por esta razón, la determinación del punto de reblandecimiento hay que realizarla bajo un

procedimiento con condiciones muy estrictas.

En el ensayo, una probeta del material en forma de disco y sobre la que se apoya una bola de acero, se calienta en condiciones determinadas en un baño de agua hasta que, deformada por el calor, toca una placa de referencia situada a 2.5 cm por debajo de la probeta.

Se denomina punto de reblandecimiento a la temperatura en grados Celsius, medida en el líquido del baño, en el instante en el que se produce el contacto entre la masa asfáltica y la placa de referencia.

El conocimiento del punto de reblandecimiento tiene utilidad en la comprobación de la uniformidad de las partículas y fuentes de suministro, así como en el cálculo del índice de penetración.

Sirve este ensayo para obtener la susceptibilidad térmica de los asfaltos.

Materiales y Equipo

- Cemento asfáltico
- Anillo de metal unido a un alambre metálico grueso.
- Bola de metal (diámetro 3/8")

- Sostenedor del anillo
- Termómetro de hasta 200°C
- Mechero Tyrrell
- Malla de asbesto
- Soporte circular para la malla de asbesto
- Soporte recto
- Talco
- Superficie lisa (vidrio o plástico de $\frac{1}{4}$ " de espesor)
- Beaker de 800 ml o más
- Agua destilada
- Frasco desechable
- Baño de maría
- Solvente para limpieza (acetona o gasolina)

Procedimiento

- 1° Preparación de la muestra: Colocar el material dentro de un frasco desechable y calentarlo en el baño de maría hasta que se vuelva fluido.
- 2° Sobre la superficie lisa se espolvorea talco para que no se pegue el material asfáltico.

Se coloca el anillo y sobre él se vierte el material caliente. Se deja allí, hasta que el material se endurece y llega a la temperatura

ambiente (mínimo 30 min.).

- 3° Se monta el equipo.
- 4° Se introduce el anillo dentro del agua y se coloca la bola en el centro del anillo lleno de material asfáltico.
- 5° Se calienta el agua verificando su temperatura inicial.
- 6° Cuando la bola de metal cruza el anillo de metal, se toma la temperatura del agua en ese momento. Esta temperatura será el punto de reblandecimiento.

Punto de Inflamación (Flash Point)

AASHTO T 73-74

ASTM D 93-73

Objetivo

- Conocer la importancia del punto de inflamación o "flash point" de los productos asfálticos.
- Verificar la propiedad de volatilidad que poseen los productos asfálticos.

Discusión Teórica

El punto de inflamación de un producto asfáltico es la temperatura a la que durante calentamiento se inflaman o arden sus vapores cuando se ponen en contacto con una llama.

El punto de inflamación o de llama de un producto es la temperatura crítica a partir de la cual deben tomarse precauciones para evitar peligros de incendio durante su calentamiento y manipulación. Este ensayo da una indicación de la volatilidad de los materiales asfálticos.

Es de notar que en El Salvador la temperatura ambiente es de 25°C aproximadamente, la que aumenta en días soleados sobrepasando a veces los 27°C, que es la temperatura a la que sucede el punto de inflamación del RC-250, por lo que deberá evitarse cualquier contacto con fuego.

Materiales y Equipo

- Aparato medidor del punto de inflamación Pensky-Martens.
- 250 cc de cemento asfáltico o asfalto rebajado RC-250.
- Termómetro de alto rango (100°C a 400°C) si es

cemento asfáltico o termómetro de bajo rango (-10 a 100°C) si es el RC-250.

- Detergente.
- Solvente para limpieza (acetona o gasolina)

Procedimiento

- 1° La temperatura inicial de la muestra debe ser al menos 3°C abajo de la del punto de inflamación, o sea a 229°C si es cemento asfáltico y a 24°C para el RC-250.
- 2° Llenar la copa hasta la línea marcada en la misma.
- 3° Coloque la copa en la estufa y rápidamente cubrala.
- 4° Conecte el motor a la polea y hágalo trabajar (este motor hace girar una hélice que se sumerge en el material, para que su calentamiento sea homogéneo) a 250 rpm.
- 5° Adicione calor de tal manera que se sucedan incrementos constantes de temperatura.
- 6° Encienda rápidamente y ajuste la llama a 4 mm de diámetro.

- 7° Prueba el punto de llama a cada incremento de 0.5°C a partir de 3°C abajo del punto de inflamación del material asfáltico.
- 8° Detenga el motor justamente después la ignición del vapor en la copa.
- 9° Reporte como punto de inflamación la temperatura leída en el termómetro en el momento que la aplicación de la llama provoca un encendido distinguible en el interior de la copa.
- 10° Precisión, la duplicidad de resultados para el mismo operador no debe considerarse a menos que haya una diferencia de más de 1.5°C.
- 11° Procédase al desmonte y limpieza de todo el equipo.

Pérdida por Calentamiento

AASHTO T 47-74

ASTM D 6-67

Objetivo

Calcular la pérdida de peso que sufre un material asfáltico cuando es calentado, lo que es un índice de la

calidad el producto asfáltico.

Discusión Teórica

Este ensayo describe el procedimiento que debe seguirse para determinar la pérdida en peso, debida a la volatilización de los componentes más ligeros, de los materiales asfálticos cuando son calentados de acuerdo a las prescripciones del mismo.

Cuando el ensayo se efectúa a los residuos de los asfaltos líquidos, el índice de penetración del residuo en relación con el índice de penetración del producto original da una medida del endurecimiento que se ha producido debido a la pérdida de materiales volátiles. Muchos consideran la pérdida de penetración como un buen índice de la calidad del asfalto desde el punto de vista del envejecimiento atmosférico.

Materiales y Equipo

- Material asfáltico (de cualquier tipo)
- Horno rectangular
- Soporte rotativo para contenedores y su motor
- Contenedores o taras metálicas
- Termómetro con rango hasta 200°C

Procedimiento

- 1° Colocar 50.5 ± 0.5 g del material a probar en cada uno de varios contenedores a utilizar (4 contenedores o taras).
- 2° Colocar los contenedores dentro del horno al cual se le ha instalado el soporte rotativo que deberá girar de 5 a 6 rpm. (No es indispensable).
- 3° Calentar las muestra a 163°C , esta temperatura deberá alcanzarse alas 5 h de haber encendido el horno, y no se deberá mantener esta temperatura más de 15 minutos.
- 4° Apagar el horno.
- 5° Dejar que el horno se enfrié y sacar las muestras con cuidado, de manera que si hay gases inflamables dentro del horno, se disipen en el medio ambiente.
- 6° Pesar las taras y calcular la diferencia de peso. Calcular el porcentaje perdido en peso.

Viscosidad por medio de Viscosímetro Saybolt

AASHTO T 72-74

ASTM D 88-56

Objetivo

- Determinar el grado de consistencia de los asfaltos líquidos.
- Aprender el manejo del viscosímetro Saybolt.
- Comprobar la influencia que la temperatura ejerce en la viscosidad de los productos asfálticos.

Discusión Teórica

El término más general empleado para la designación de la consistencia es de viscosidad, que es una medida de la resistencia al flujo. Cuando más alta es la viscosidad de un líquido, más se aproxima éste en sus propiedades de consistencia a un semisólido.

La definición de viscosidad de un fluido es que es la fuerza tangencial sobre una unidad de área o de dos planos horizontales separados una unidad de distancia, el espacio entre ellos es llenado por el material viscoso. Uno de estos planos es fijo, otro se mueve con una

velocidad unitaria.

La viscosidad es determinada por mediciones del volumen de material el cual fluye a través de un capilar u orificio por unidades de tiempo. Esto es expresado por la siguiente expresión:

$$V = \frac{1}{8} + \frac{P\pi R^4}{Ln}$$

donde:

V = Volumen que fluye por unidad de tiempo

P = Diferencia de presión al final del tubo capilar

R = Radio del tubo capilar

L = Longitud del tubo capilar

n = Coeficiente de viscosidad.

Específicamente es el número de segundos que necesitan 60 cm³ del material para fluir a través de un orificio de tamaño dado y a una temperatura que varía de los 25°C a los 82°C según el tipo de líquido.

El viscosímetro Saybolt no mide la viscosidad en unidades absolutas, en lugar de esto los expresa en segundo Saybolt (universal o furol).

- Viscosidad Saybolt Universal: Es el tiempo de flujo en segundos de 60 ml de muestra a través de un orificio universal calibrado bajo condiciones específicas.

- Viscosidad Saybolt Furol: Es el tiempo de flujo en segundos de 60 ml de muestra a través de un orificio furol calibrado bajo condiciones específicas.

La diferencia entre viscosidad Saybolt Universal y viscosidad Saybolt Furol estriba en el tipo del orificio que utilizan por el que fluye el material en prueba, la relación entre los tamaños de los orificios Universal y Furol es de 1/10 y entre el tiempo de flujo es de 10.

Material y Equipo

- Viscosímetro Saybolt
- 2 termómetros
- 1 recipiente pyrex de 60 ml (para recibir muestras)
- 1 palangana con vertedero
- 1 cronómetro
- 5 galones de aceite estabilizador (viscosidad Saybolt Universal 330-570 seg.)
- Solvente para limpiar tubos del viscosímetro

(acetona, gasolina, etc.)

- Asfalto rebajado

Operación del Viscosímetro

El viscosímetro Saybolt está diseñado para la medición de viscosidades de productos del petróleo y lubricantes de acuerdo al método ASTM D 88. Opera a 115 voltios, 50 A.C. con un consumo de potencia máxima de 1200 watts.

El viscosímetro acomoda dos o cuatro tubos en un baño de 3.5 galones y en un rango de temperatura de 15 a 105°C. En este rango la temperatura se puede mantener constante ($\pm 0.01^\circ\text{C}$) usando los controles automáticos.

El interior del baño se ha diseñado para mantener el flujo uniforme y con un tubo de drenaje que mantiene el nivel de aceite constante.

El calentamiento del baño se lleva a cabo por dos resistencias eléctricas. La primera es un elemento de 1000 watts, controlado por un transformador variables que permite alcanzar y obtener rápidamente la temperatura deseada. La segunda es un elemento de 50 watts que se

enciende intermitentemente y que se controla por un termostato, para un ajuste fino de temperatura.

Los controles básicos de operación se encuentran en el panel frontal del instrumento:

- a) Interruptor principal: Aporte energía al motor de agitación y al circuito termorregulador de calentamiento se encenderá si los controles del termorregulador están cerca.
- b) Interruptor de lámpara: Controla la iluminación del aparato.
- c) Interruptor de calentador continuo: Cuando se conecta, se está suministrando electricidad a la entrada del termostato.
- d) Dial de ajuste continuo: Es usado para ajustar la entrada de energía, ajustando así la cantidad de calor disipada por el calentador continuo.

Procedimiento

- 1° Usando el dial del calentador continuo, ajustar la corriente para suministrar el calor necesario para mantener el baño varios grados abajo de la

temperatura de operación. No operar el baño a temperatura que excedan los 220°F, que es el punto al cual opera el termostato de seguridad, ni a temperatura cercanas al punto de inflamación del aceite estabilizador.

- 2° Se ajusta el termorregulador de modo que el calentador intermitente se esté encendiendo y apagando cuando se haya obtenido la temperatura de operación deseada.

Para esta prueba se usará aceite estabilizador con una viscosidad Saybolt Universal de 330 s cuya temperatura estándar de prueba según AASHTO T 72-74 es 82.22°C.

- 3° Utilización del orificio adecuado:
- a). El orificio universal es utilizado para materiales destilados, cuyos tiempos de fluidez sean mayores de 32 s. Líquidos con tiempos de flujo mayores de 1000 s no se recomiendan probar con este orificio.
 - b). El orificio furol es usado para materiales residuales con tiempos de fluidez mayores de

25 s. El tiempo de flujo del furol es .aproximadamente 1/10 del universal.

Con asfalto RC-250 se utilizará el orificio furol.

- 4° La determinación de viscosidad no deberá hacerse a temperaturas arriba del punto de rocío de la atmósfera del cuarto. Temperaturas del medio superior a 37.7°C no introducen errores mayores de 1%.
- 5° Se llena el baño dejando aproximadamente 1/4 de pulgadas libre para evitar derrame.
- 6° Proveer la agitación adecuada y un control térmico para el baño por medio de los controles de temperatura, de forma que la muestra no varíe $\pm 0.02^\circ\text{C}$, después de alcanzar la temperatura de prueba.
- 7° Limpiar el viscosímetro con un solvente no tóxico y quitar luego todo el solvente.
- 8° Colocar el tapón de corcho, de forma que quede bien

ajustado para evitar escapes de aire.

9° Verter 60 cm³ de la muestra directamente en el viscosímetro hasta el nivel del sobreflujo (borde de derrame de la copa).

10° Agitar la muestra hasta que la temperatura permanezca constante dentro de $\pm 0.02^{\circ}\text{C}$ de la temperatura de prueba durante un minuto de agitación continuo.

Agitar con el termómetro con movimiento circulantes de 30 a 50 rpm en un plano horizontal.

No ajustar la temperatura introduciendo cuerpos calientes o fríos dentro de la muestra, pues puede afectar la muestra y la precisión de la prueba.

11° Colocar el frasco para recibir la muestra, cuidando que la corriente de asfalto golpee la garganta del frasco. La marca inicial de graduación de los frascos debe estar entre los 10 y 13 cm del fondo del tubo del viscosímetro.

12° Quitar el corcho tirando de la cadena, en este

instante comienza la caída del líquido al frasco y termina cuando el menisco de la muestra alcanza la marca final de graduación del frasco. El tiempo se mide en segundos.

Ensayo de Ductilidad

AASHTO T 51-54 (1974)

ASTM D 113-69 (1979)

Objetivo

Determinar la consistencia y flexibilidad de los productos asfálticos.

Describir el procedimiento que debe seguirse para la determinación de la ductilidad de los materiales asfálticos sólidos y semisólidos.

Discusión Teórica

El ligante de un pavimento asfáltico sujeto a la acción del tráfico se debe poder deformar en una cierta medida, pero si la deformación es excesiva, el pavimento se ondulará y el tráfico no se moverá cómodamente, por lo tanto, la ductilidad debe variar entre unos límites determinados.

Tiene también importancia la ductilidad para la impermeabilidad de la base, porque un ligante dúctil no se agrietará ni dejará que el agua penetre en el pavimento.

El ensayo consiste en someter una probeta del material asfáltico a un ensayo de tracción, en condiciones determinadas de velocidad y temperatura, en un baño de agua, definiéndose la ductilidad como la distancia máxima en cm que se estira la probeta hasta el instante de la rotura.

Normalmente, el ensayo se realiza con una velocidad de tracción de 5 cm/min y a la temperatura de 25°C.

Se realiza este ensayo en los cementos asfálticos, en los residuos de destilación (esencialmente cementos asfálticos) de los asfaltos rebajados (cutbacks) y asfaltos líquidos de curado lento (road oils).

La prueba no es aplicable a asfalto rebajados porque son muy fluidos.

Materiales y Equipo

- Máquina para ensayo de ductilidad

- Baño de maría
- Paleta o espátula de borde cuadrado y afinado
- Cemento asfáltico
- Papel higiénico
- Termómetro hasta 50°C
- Beaker de 600 ml
- Solvente (acetona o gasolina)
- Alcohol metílico (de ser necesario)

Procedimiento

- 1° Preparación de la muestra: Se calienta el cemento asfáltico hasta que esté suficientemente fluido (60°C - 80°C en el baño de maría) y se vierte sobre el molde de la probeta. Se deja enfriar de 30 a 40 min a temperatura ambiente. Después se sumerge en un baño a 25°C, durante otros 30 minutos. Seguidamente el exceso de material se quita con una espátula se vuelve a colocar en el baño a 25°C ± 0.1, durante otros 85 a 95 min. A continuación se quita el molde y se procede a la prueba.

- 2° Se monta la probeta en el ductilómetro, fijando los extremos de la probeta, uno en la parte móvil y el otro en la fija.

La temperatura se fijará en $25 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ en el baño de agua del ductilómetro.

3° Se enciende el mecanismo de arrastre a la velocidad dada del aparato.

4° El proceso se continúa hasta que el hilo formado por el estiramiento de la probeta se rompa, allí, se mide la distancia en centímetros entre la parte móvil y la fija. Esta será la medición de ductilidad.

NOTA: De ninguna manera se permitirá que el hilo producido por el estiramiento flote, si esto pasa, inmediatamente se agregará alcohol metílico al baño del ductilómetro hasta hacer bajar el hilo.

5° El proceso se repetirá 2 veces más. El promedio se tomará como la medida de ductilidad.

NOTA: No deberá haber más de 30 cms de diferencia entre 2 pruebas. (ASTM D 113-79).

Ensayos para el Conocimiento del Comportamiento de los Materiales Asfálticos bajo la Acción de Agentes Destruyentes

Ensayo de Penetración

AASHTO T 49-74

ASTM D5-73

Objetivos

Clasificar el cemento asfáltico según su grado de penetración y cualquier tipo de material asfáltico para su uso. Estimar la cohesión de los materiales asfálticos de naturaleza sólida o semisólida.

Discusión Teórica

En ensayo de penetración es utilizado para la determinación de la consistencia de los productos asfálticos de naturaleza sólida o semisólida.

El asfalto es un cuerpo semisólido a temperatura ambiente. La principal razón por la que se está interesado en su consistencia, es para determinar su poder cementante (denominado comúnmente poder ligante) a la temperatura normal en la carretera. Es un hecho conocido que cuanto más rígido es el asfalto, más fuertemente une las piedras en una mezcla asfáltica.

Teniendo en cuenta estas consideraciones prácticas, se hace uso de un método que refleja la consistencias a 25°C, que es aproximadamente, la temperatura ambiente. El ensayo de penetración se realiza permitiendo que una aguja de dimensiones especificadas cargada con 100 g penetre en el material durante un período de 5 s. Se determina la penetración por la profundidad a que la aguja se hunde en el asfalto, medida en décimas de milímetro. La penetración y la consistencia son inversamente proporcionales; es decir, cuanto mayor es la penetración, más blando es el asfalto. Cuando se hace el ensayo a 45°C, se carga la aguja sólo con 50 g y se mide la penetración con 5 segundos. Además de las condiciones normalizadas definidas anteriormente pueden emplearse otras, como por ejemplo:

TEMPERATURA °C	CARGA p	TIEMPO s
0	200	60
4	200	60
25	100	25
25	50	5
46.1	50	5

La siguiente tabla muestra una correlación entre la penetración y el uso de un asfalto, según el Asphalt Institute:

Penetración Recomendable para Diversos tipos de Betunes Asfálticos

(en 0.01 cm)

PAVIMENTO	CLIMA			
	CALIDO ARIDO	CALIDO HUMEDO	MODERADO	FRIO
Aeropuertos				
Pistas de despegue	60-70	60-70	60-70	85-100
Caminos auxiliares	60-70	60-70	60-70	85-100
Aparcamientos	60-70	60-70	60-80	85-100
Carreteras				
Tráfico pesado y muy pesado	60-70	60-70	60-70	85-100
Tráfico medio a ligero	85-100	85-100	85-100	120-150
Calles				
Tráfico pesado y muy pesado	60-70	60-70	60-70	85-100
Tráfico medio a ligero	85-100	85-100	85-100	85-100
Caminos particulares				
Industriales	60-70	60-70	60-70	85-100
Estaciones de servicios	60-70	60-70	60-70	85-100
Residenciales	60-70	60-70	85-100	85-100
Aparcamientos				
Industriales	60-70	60-70	60-70	60-70
Comerciales	60-70	60-70	60-70	85-100
Zonas de recreo				
Pistas de tenis	85-100	85-100	85-100	85-100
Terrenos de juego	85-100	85-100	85-100	85-100
Bordillos	60-70	60-70	60-70	85-100

Fuente: "Manual del Asfalto", Asphalt Institute. Pág.25

El aparato para la medida de las penetraciones se denomina penetrómetro y, en esencia, estará constituido por un mecanismo que permita el movimiento vertical sin rozamiento apreciable, de un vástago o soporte móvil al que se pueda fijar firmemente por su parte inferior la aguja de penetración y que permita, además la colocación sobre él mismo de diferentes cargas suplementarias. El penetrómetro deberá ir provisto además, de una base de

apoyo para la colocación del recipiente con la muestra, de forma plana y que forme un ángulo de 90° con el sistema móvil, así como de un nivel de burbuja y tornillos de nivelación.

Materiales y Equipo

- Cemento asfáltico
- Aguja
- Penetrómetro eléctrico o mecánico
- Beaker de 600 ml
- Baño de maría
- 2 termómetros de hasta 100°C (uno para el baño de maría)
- Cronómetro (si se ocupa penetrómetro mecánico)
- Solvente para limpiar aguja (acetona)
- Espátula o cincel para cortar el cemento asfáltico

Procedimiento

- 1° Preparación de la muestra:
 - a) Para Asfaltos Fluidos: Colocar 400 ml de fluido dentro del beaker y moverlo de manera que le salgan las burbujas de aire que pueda contener.
 - b) Para Asfaltos Semi-Sólidos o Sólidos: Colocar

de 400 g a 500 g de cemento asfáltico dentro del beaker y calentarlo en el Baño de María a 60°C, de manera de que se asiente uniformemente. Luego dejarlo enfriar hasta 25°C o la temperatura de prueba.

- 2° Colocar la aguja en el penetrómetro y separar el medidor de la penetración del sistema de soporte de la aguja.
- 3° Colocar el beaker bajo el aparato y acercar la aguja hasta rozar con el material, luego permitir la penetración hasta el tiempo de prueba, sea el penetrómetro mecánico o el eléctrico.
- 4° Acercar el medidor al sistema de soporte de la aguja y tomar esta medida que está en décimos de milímetro de penetración.
- 5° Repetir el procedimiento 2 veces más en lugares distintos de la superficie del material.

Ensayo de Adhesividad o Adherencia

AASHTO T 182-70 (1974)

ASTM D 1664-69 (1974)

Objetivo

Conocer el efecto que produce el agua sobre el material asfáltico que sirve como ligante de áridos en mezclas.

Discusión Teórica

El método es una prueba empírica que debe hacerse a los áridos y ligantes a utilizarse en mezclas en frío que quedarán en la superficie del pavimento.

Refleja como el agua actúa sobre la mezcla, pero todavía, según la norma lo indica, no es una medida suficiente para el pavimento construido.

La medida es un porcentaje de la superficie cubierta del árido por el ligante, esto es según criterio del experimentador. Se supone que una medida arriba del 95% (superficie cubierta entre superficie total del árido), es confiable.

En El Salvador se hace la prueba con asfalto

rebajado.

Materiales y Equipo

- Asfalto rebajado RC-250
- Espátula
- Tamices de $\frac{1}{4}$ " y $\frac{3}{8}$ "
- Balanza de 1 kg de capacidad
- Horno
- 1 tara de aluminio
- 1 beaker de 600 ml
- 1 beaker de 20 ml
- Agua destilada
- Grava N° 1
- Lámpara de mano con foco de 75W de potencia
- Superficie lisa de vidrio
- Solvente (gasolina o acetona)

Procedimiento

1° Preparación del árido:

Limpiar de polvo de árido, luego cernirlo sobre el tamiz de $\frac{3}{8}$ ", el árido que puede retenido en el tamiz de $\frac{1}{4}$ " será el que se usará. El árido retenido será entonces colocado en la tara y después calentado 2 horas a 150°C (es el tiempo necesario para lograr peso constante).

Después se deja enfriar.

- 2° Se toman 100 ± 1 g de árido y se mezcla con 5.5 ± 0.2 g de ligante (pesados en el beaker de 20 ml), durante 2 minutos, de manera que los áridos queden totalmente cubiertos.
- 3° Los áridos envueltos de ligante se echarán dentro del beaker de 600 ml y se introducirá éste al horno precalentado a 60°C . Allí se dejarán éstos durante 2 horas.
- 4° Después del curado o fraguado, se mezclará el árido con el ligante de manera que no quede superficie sin cubrir.
- 5° Inmediatamente después, se cubre la mezcla con aproximadamente 400 ml. de agua destilada. La mezcla se dejará reposar de 16 a 18 horas.
- 6° Sin agitar el agua y apartando cualquier película que flote sobre el agua, se coloca la lámpara sobre el agua de manera que no haya reflejos, entonces se estima el área cubierta del material por el ligante, que deberá ser mayor de 95%.

A N E X O B

TARIFAS DE SERVICIOS PRESTADOS POR EL LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DE LA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

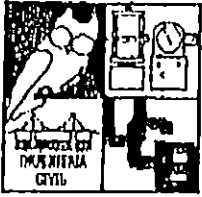
MATERIAL	TIPO DE ENSAYO	COSTO
CEMENTO	a) Tiempo de fraguado y consistencia normal	¢ 100.00
	b) Resistencia a la compresión	¢ 150.00
	c) Resistencia a la tensión	¢ 150.00
	d) Esfuerzo de compresión en morteros	¢ 150.00
AGREGADOS	a) Granulometría	¢ 65.00
	b) Gravedad específica y absorción	¢ 60.00
	c) Peso volumétrico suelto y compacto	¢ 60.00
	d) Humedad	¢ 10.00
	e) Desgaste	¢ 160.00
	f) Contenido de impurezas orgánicas	¢ 30.00
	g) Peso unitario y vacíos en agregados	¢ 35.00
CONCRETO	a) Diseño de mezclas	¢1200.00
	b) Revenimiento	¢ 10.00
	c) Hechura de cilindros	¢ 10.00
	d) Curado de cilindros	¢ 5.00
	e) Cabeceado de cilindro	¢ 10.00
	f) Resistencia a la compresión	¢ 60.00
	g) Resistencia la corte	¢ 40.00
	h) Resistencia a la tensión	¢ 40.00
	i) Hechura de vigas	¢ 15.00
	j) Resistencia de flexión	¢ 65.00
	k) Módulo de elasticidad	¢ 15.00
	l) Durabilidad (inteperismo)	¢ 200.00
	m) Corte de bloques en sierra de mampostería	¢ 10.00
	n) Obtención de núcleos de concreto c/u	¢ 600.00
	o) Ensayo con martillo Suizo	¢ 30.00

TARIFAS DE SERVICIOS PRESTADOS POR EL LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DE LA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

MATERIAL	TIPO DE ENSAYO	COSTO	
SUELOS	a) Análisis de granulométrico	¢ 65.00	
	b) Análisis granulométrico por sedimentación (hidrometría)	¢ 125.00	
	c) Relación densidad-humedad (protor) T-99 Y T-180	¢ 200.00	
	d) Densidad de campo	¢ 90.00	
	e) Ensayo de penetración estandar (metro)	¢ 70.00	
	f) Limites de consistencia de suelo	¢ 500.00	
	g) CBR de laboratorio	¢ 450.00	
	h) Permabilidad de suelos	¢ 750.00	
	i) Esfuerzo de compresión triaxial	¢ 950.00	
	j) Consolidación unidimensional de suelos	¢ 300.00	
	k) Contenido de materia orgánica de suelos por ignición		
ROCAS		¢ 70.00	
	a) Esfuerzo de tensión o compresión en núcleos	¢ 70.00	
TUBOS DE CONCRETO	b) Módulo de elasticidad de núcleo de roca	¢ 50.00	
	a) Aplastamiento de tubos de 4,6 y 8 10" 12" pug	¢ 80.00	
METALES	b) Aplastamiento de tubos de 15, 18 24,30 pug		
	ENSAYO DE TENSION DE BARRAS		
			¢ 80.00
	a) Muestra 2/8" (1/4")		¢ 80.00
	b) Muestra 3/8"		¢ 85.00
	c) Muestra 1/2"		¢ 85.00
	d) Muestra 5/8"		¢ 90.00
	e) Muestra 3/4"		¢ 90.00
	f) Muestra 7/8"		¢ 90.00
	g) Muestra 1"		¢ 90.00
	h) Muestra 1 1/2"		¢ 90.00
	i) Muestra 1 3/8"		¢ 90.00
	j) Muestra 1 1/2"		¢ 90.00

TARIFAS DE SERVICIOS PRESTADOS POR EL LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL DE LA FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

MATERIAL	TIPO DE ENSAYO	COSTO
MADERA	a) Esfuerzo de ruptura a la tensión	¢ 40.00
	b) Esfuerzo de ruptura a la compresión	¢ 40.00
	c) Esfuerzo de ruptura a la flexión	¢ 40.00
	No incluye la elaboración de probeta	
CALIBRACION DE MAQUINAS	a) Calibración de anillos de carga	¢ 500.00
BLOQUES ADOQUINES LADRILLOS	a) Ensayo a compresión de bloques adoquines y ladrillos	¢ 65.00
	No incluye los corte ni cabeceados requeridos	
	<p>NOTA: Las muestras para ensayos deberían ser puestas en el laboratorio por el interesado.</p>	



UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA
"JOSE SIMEON CAÑAS"

Departamento de Ingeniería Civil, Apartado Postal (01) 168,
 Autopista Sur, San Salvador, EL SALVADOR, América Central.
 Tel: +503-73-81-40. Fax: +503-73-81-40/73-10-10

Ref.: C-05/95

San Salvador, 4 de mayo de 1995.

Estimados Señores:

El motivo de la presente es presentar a su consideración los costos de algunos de los ensayos de laboratorio que el Departamento de Ingeniería Civil de esta Universidad realiza en suelos y materiales de construcción.

ENSAYO	COSTO UNITARIO
Prueba Triaxial (NCND)	¢ 1200.00
Ensayo de consolidación	¢ 1000.00
Análisis Granulométrico. Método del Hidrómetro.	¢ 300.00
Ensayos de tensión en varillas de acero	
Diámetro de varilla	Costo Unitario
1/4", 3/8", y 1/2"	¢ 75.00
5/8" y 3/4"	¢ 100.00
7/8" y 1"	¢ 125.00

Esperando poder prestarles nuestros servicios de laboratorio, se despide de Usted, atentamente,



Ing. Patricia Méndez de Hasbun.
 Coordinadora de Servicios Profesionales
 de Ingeniería Civil



INSTITUTO
TECNOLOGICO
CENTROAMERICANO

Nueva San Salvador, febrero de 1995

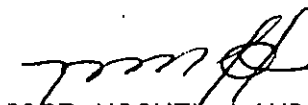
SR. EMPRESARIO
PRESENTE.

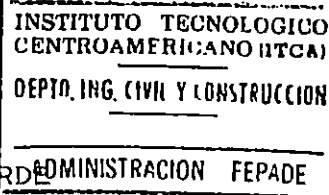
Estimado señor:

Con el nuevo perfil del Instituto Tecnológico Centroamericano y específicamente el Departamento de Ingeniería Civil y Construcción, pone a sus órdenes nuestros servicios de laboratorios en las áreas de Suelos, Asfalto y Concreto.

En esta oportunidad adjuntamos un listado de los servicios de laboratorio que se ofrecen con sus respectivos precios, los cuales serán atendidos con prontitud, por personal altamente calificado para brindarle resultados de la más alta confiabilidad.

Esperamos poder servirle como usted se merece.


ING. JOSE MIGUEL LANDAVERDE
JEFE DE LABORATORIOS
DEPTO. ING. CIVIL Y CONST.



VDG/WP/#1-95/SERVLAB

Instituto Tecnológico Centroamericano (ITCA), Km. 11 Carretera a Santa Tecla, Depto. de La Libertad, El Salvador
Aptado. Postal No. 133 Nueva San Salvador - Teléfonos: 28-1166, 28-1599, 28-1700, 28-1388 Fax: (503) 28-1277
Organismo Administrador del ITCA:

FXT 173



INSTITUTO TECNOLOGICO CENTROAMERICANO
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL Y CONSTRUCCION

**TARIFA DE SERVICIOS DE LABORATORIOS
Y TALLERES**

LAB. DE CONCRETO

CEMENTO

1- Tiempo fraguado y consistencia normal	¢	95.00
2- Resistencia a la compresión	¢	140.00
3- Esfuerzo de compresión en morteros	¢	140.00
4- Peso volumétrico	¢	95.00

AGREGADOS

1- Granulometría	¢	70.00
2- Gravedad específica y aborción	¢	70.00
3- Peso volumétrico suelto y varillado	¢	55.00
4- Angulosidad de agregados	¢	100.00
5- Humedad	¢	25.00
6- Desgaste o Prueba de los Angeles	¢	200.00
7- Combinaciones optimas	¢	70.00

CONCRETO

1- Diseño de mezclas (Incluye 4 ciclindros)	¢	1100.00
2- Revenimiento	¢	25.00
3- Trabajabilidad	¢	50.00
4- Hechura de cilindros	¢	15.00
5- Curado de cilindros	¢	10.00
6- Cabeceado de cilindros	¢	10.00
7- Resistencia a la compresión de cilindros	¢	65.00
8- Hechura de viguetas	¢	70.00
9- Resistencia a la flexion en viguetas	¢	70.00
10- Corte de bloques en sierra mamposteria	¢	15.00
11- Ensayo martillo suizo	¢	40.00
12- Compresión de adoquines	¢	70.00

LAB. MECANICA DE SUELOS

1- Gravedad específica de los suelos	¢	70.00
2- Granulometría de un suelo por lavado	¢	150.00
3- Limites de consistencia de Atterberg	c/u	¢ 70.00
4- Limite de contracción	¢	200.00
5- Compactación proctor-asignacion T-99 y T-180	c/u	¢ 200.00
6- Proctor Mini-Harvar	¢	200.00
7- Densidad de Campo	¢	variable
8- Prueba de corte directo	¢	300.00
9- Prueba triaxial confinada	¢	750.00
10- Prueba de consolidación	¢	950.00
11- Ensayo CBR	¢	500.00
12- Penetración Standar	¢	variable
13- Ensayo de compresión sin confinar	¢	200.00
14- Humedades	¢	25.00
15- Contenido de materia orgánica de suelos por ignición	¢	300.00

LAB. DE ASFALTOS

1- Gravedad específica	¢	125.00
2- Penetración de los cementos asfálticos	¢	125.00
3- Ductilidad de los cementos asfálticos	¢	200.00
4- Punto de reblandecimiento	¢	125.00
5- Punto de llama	¢	125.00
6- Destilación de asfaltos líquidos	¢	150.00
7- Destilación de emulsiones asfálticas	¢	150.00
8- Diseño de mezclas asfálticas por método Marshall	¢	7500.00
9- Extracción de bitumen de la mezcla	¢	500.00
10- Extracción de asfaltos de pavimentos viejos por reflujo	¢	500.00
11- Viscosidad de los asfaltos	¢	150.00
12- Ensayo de desgaste de los Angeles	¢	200.00

NOTA: EN LOS PRECIOS DADOS NO SE INCLUYE IVA.

ESTOS PRECIOS SE GARANTIZAN HASTA EL 30 DE MARZO/95