

-

:

-

-

--

--

--

--

--

--

--

--

--

--

--

--

--

--

-

--

--

--

--

--

--

--

--

--

--

--

--

--

--

-

-

- -

- -

- -

- -

-

- -

- -

- - - -

- - - -

- - - -

- - - -

- - - -

- - - -

- -

- -

- - - -

- - - -

- -

- -

- -

- -

- -

- -

-

- -

- -

- - - -

- - - -

- - - -

- - - -

- - - -

- - - -

-

-

- - -

- - -

- - -

- -

- - -

- - -

- - -

- - -

- - -

- - -

- - -

- - -

- - -

- - -

- - -

- -

- - -

- - -

- - -

- - -

- - -

- - -

- - -

- - -

- - -

- - -

- - -

- - -

-

- -

- -

- -

- -

-

-

- -

- -

- -

- -

-

- -

- -

- - - -

- - - -

- - - -

- - - - -

- - - - -

- -

- - - -

- - - -

- -

- - - -

- - - -

- -

- - - -

- - - -

- - - -

- -

- - - -

- - - -

- -

- -

- -

-

- -

- -

- -

-

-

- - -

- - -

- - -

- -

- - -

- - -

- - -

- - -

- -

- -

- -

- -

-

-

: -

:

-

-

-

-

-

-

-

: -

: - -

.

.

.

-

-

:

- -

.

.

.

.

.

.

:

-

-

-

.

.

.

.

.

.

.

.

.

:

.

-

-

:

--

:

--

. ()

-

-

.

:

--

.

.

.

.

:

--

.

.

.

-

-

.

.

()

.

.

(-)

.

.

.

-

-

.

.

.

.

.

:

--

.

.

.

-

()

()

()



-

: - -

.

()

.

: -

.

(- -)

: -

.

()

.

: - -

-

-

.

:

.

.

.

()

.()

:

- -

-

-

-

-

-

-

-

-

/

.(- -)

:(- -)

		- -
	()	- -
		- -
		- -
		- -
		- -
		- -
		- -
		- -
		- -
		- -
		- -
		- -
		- -

-

-

:

-

:

- -

.

.

:

- -

.

(-)

.

.

.

-

-

.

()

.

.

:

--

:

:

-

.

:

-

()

()

()

()

/

-

-

:

-

.

:

-

-

.

/

:

.

:

-

-

.

.

-

-

.

.

.

.

/

.

.

.

:

--

.

-

-

.

(- -)

()

.

.

()

.

.(:)

.(,)

.

.

-

-

.

.

.

.

.

()

()

"

"(- -)

()

-

-

()

" (-)

.

()

()

.

()

()

()

AASHTO

A-1-a, A-1-b, A-2-4

,

()

.

:

- -

/

.

:

.

-

.

-

.

-

-

-

()

.

:

- - -

()

()

.

()

.

.

.

.

:

- - -

-

-

.

:

- - -

.

.

:

- - - -

:

:

-

.

.

:

.

-

-

.

:

-

()

.

()

.

.

:

-

:

-

(- -)

.

()

-

.

-

:(- -)

()		
(40Hz)	(40Hz)	

()

()

(128 dB)

()

()

()

-

-

.

-

.

:

-

.

.

.

.

:

- - - -

()

/

.

.

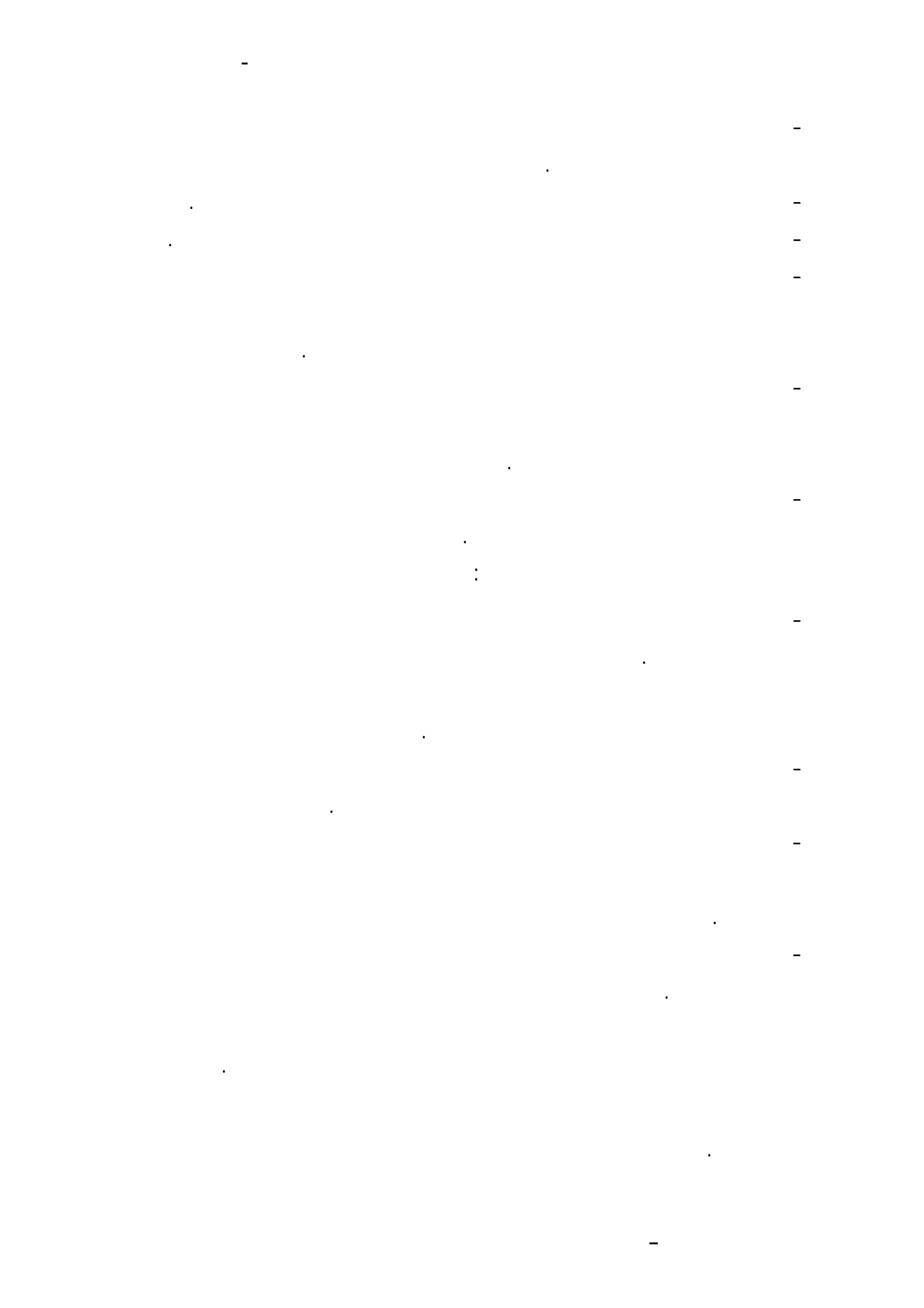
:

.

-

.

-



-

()

()

: - - - -

()

()

()

()

: -

()

-

-

:

-

:

-

()

.

.

.

()

(-)

(/)

()

.

.

()

()

()

.

()

-

()

: -

(Stemming material)

(- -)

:(- -)

%	()
	(/) ,
-	() ,
-	% () ,

-

()
()

.

(,)

.

()

()

.

:

-

.

()

:

-

.

-

(,)

-

:

--

()

()

()

()

()

()

()

()

:

--

()

:

-

-

-

(- -)

.(- -)

: -

. (- -)

()

:(- -)

			AASHTO M-145		
			AASHTO T-180		
--	()		AASHTO T-191 AASHTO T-310-01		
	()				
--					

-

-

: - -

.

.

: - -

.

(- -)

:(- -)

		- -
		- -
	()	- -

-

-

: -

: - -

.

: - -

.

: - - -

(-)

,

.

.

)

(

:

.

-

-

-

-
-
-
-
-

()

()

()

()

()

. AASHTO T-180

:

: ()

(-)

()

()

.AASHTO T-180

-

-

: () .

.

: () .

.

: - - -

AASHTO M-145

A-4

()

.

A-2-4

(NP)

.AASHTO M-145

.

AASHTO M-145

AASHTO T-180

()

.

,

-

-

.(- -)

:

AASHTO T- (290,

(,)

291)

AASHTO T- 194

()

()

()

(,)

()

AASHTO M-145

A-3

A-4

()

A-3

()

()

()

-

-

A-2-4

·
:
- - -

·
:
- - -

()

·
:
- - -

-

-

: - - -

(-)

.

.

() ()
(,)

()

()

.

-

-

.

()

:

.

:

-

()

()

.

.

()

()

()

()

-

(-)

AASHTO T-180

(Sheep-Foot Rollers -)

AASHTO T-180

()

()

()

()

AASHTO T 310-01

(AASHTO T-191)

()

AASHTO M-145

A-3

()

-

A-4

()

A-2-4

()

()

()

()

(ASTM D 4254)

(AASHTO T-191)

(AASHTO T-310-01)

()

()

:

()

-

()

-

-

-

. ()

.

: -

()

()

.

()

. ()

: ()

()

-

()

()

()

A-2-4

.

AASHTO M-145

()

-

()

()

()

(/)

.

-

-

(- -)

:(- -)

()	()
-	
-	
-	
-	

()

: ()

. ()

()

. ()

. ()

()

. ()

()

()

()

. ()

()

:

()

:

-

-

() ()
()

(,)

()

: - -

:

()

()

A-4

()

CBR

AASHTO M-145

()

(- - -)

()

-

-

()

()

.AASHTO T-180

()

()

()

.(- - -)

: - -

: - - -

(,)

AASHTO T-(290, 291)

A-2-4

()

.AASHTO T-90

()

(- -)

:(- -)

	()
	()
-	(/)
-	() ,
-	() ,

-

-

.

)

(

.

:

- - -

()

()

.

.

()

()

.

-

-

(- - -)

. ()

: - -

()

.

.

.

: - -

.

.

-

-

:

--

:

:

-

:

()

-

()

-

()

()

()

()

:

-

()

()

()

()

:

--

-

-

()

.

: .

(- -)

.

(- -)

: .

.

(- -)

()

.

: - -

.

.

-

:(- -)

- - - - - - - -			AASHTO M-145		
- - - - - -			AASHTO T-180, ASTM D 4254		
- - - - - - - -	()		AASHTO M-145		
- - - - - -			AASHTO T-180 ASTM D4254		
- - - - - -	()		AASHTO T-191, AASHTO T-310-01		
- -	() ()				

: - -

(- -)

:

:(- -)

		- -
		- -
		- -

:

-

- -

:

-

-

-

/

(- -)

-

-

: - -

: - - -

.

: - - -

AASHTO M-145

(A-2-4)

(A-1-b)

.

CBR

()

()

" (-)

.

-

-

/

:

(AASHTO M-145)

-

(AASHTO T -180)

-

(ASTM D1883)

(CBR)

-

.

.

.

()

:

- - -

:

-

-

-

-

-

-

.

: - - -

, ()

.

.

.

.

()

()

.

()

.

-

-

() AASHTO T-180
() ()

.

AASHTO T-310-01

(AASHTO T-191)

(AASHTO T-180)

. ()

:

- - -

.

.

.

-

-

:

- - -

()

()

()

()

()

()

()

()

()

:

- - -

()

-

-

: .

(- - -)

(- -)

: .

(- - -)

()

: - - -

.

: - - -

(- - -)

-

-

:(- - -)

- - -			AASHTO M-145		
			ASTM D1883	CBR	
			AASHTO T-180		
- - -	()		AASHTO M-145		
- - -			AASHTO T-180		
- - -	()		AASHTO T 191, AASHTO T-310-01		
- - - - - -	()				
- - -					
- - -	()				

:(- - -)

		- - -

-

-

: - -
: - - -

.
: - - -
: -

:
.
.
.
() -
-
-
-
-

()
()

()

()

.ASTM M 2163 (A)

.(- - -) (Mellow Time)

-

(Mellow Time) : (- - -)

	, - ,
	, - ,
	, - ,
	- ,

:(- - -)

(,)

Quick) (Hydrated Lime)

ASTM) ()

(Lime
(C 51

.(- - -)

:(- - -)

(Quick lime)	(Hydrated lime)	
		(/)
-	-	() ,
-	-	() ,
-	-	() ,
(ASTM C136)	(ASTM C 110)	

-

Calcium Hydroxide

		()
	()	(CaO +MgO)
.(ASTM C 25)	()	(CaO)

: -

(,)

(So4)

(Cl)

(AASHTO T-26)

: -

(CSS-1h SS -1h)

: - - -

-

-

()

.

.

.

.

.

.

.

-

-

:

- - -

:

-

:

() (Swell Potential)

-

.ASTM D 3668

(Unconfined Compressive Strength)

-

ASTM D5102

()

()

-

:

-

()

:

-

-

-

-

(CBR)

-

:

-

-

-

()

-

-

:

·
- - -

()

·

·

:

- - -

·

-

-

:

-

()

()

.

. ()

.

()

.

:

-

()

:

:

-

-

-

()

()

:

()

:

()

()

()

()

-

-

: -

()

()

()
()

(- - -)

-

-

()
()

: -

(,)

()

: -

()

()

()

.()

()

(C AASHTO T-99)

()

-

(AASHTO T-310-01)

(AASHTO T -191)

()

ASTM)

()

(,)

(D3155

: -

()

(, - ,)

()

()

()

-

:

- - -

.

.

:

- - -

()

()

()

()

()

()

()

()

.

()

-

-

:

- - -

.

()

.

:

.

.(- - -)

.

(- -)

:

.

.

(- - -)

()

.

:

- - -

-

:(- - -)

---	()		AASHTO M-145		

---	()		AASHTO T-232		
---			AASHTO M 145		
---			AASHTO T-99 C		
---	()		AASHTO T-220		
---	()		AASHTO T-191, AASHTO T-310-01		
---	()				
-----	()				

-

: - - -

(- - -)

:(- - -)

		- - -
	()	- - -

: - -

: - - -

-

-

: - - -
: -

() ASHTO T- (290, 291)
()
() (,)

.()

() ()

: -

ASTM C150 ()

.

: -

(- -)

: -

CSS-)

.

() (1h, SS-1h

-

(ASTM C 494)

ASTM D5102

()
ASTM D 559 (- - -)

	A-1, A-3, A-2-4, A-2-5
	A-2-6, A-2-7, A-4, A-5
	A-6, A-7

(,)

:(- - -)

()

-

:

(AASHTO T-134)

()

()

:

- - -

()

()

-

-

()

.

:

- - -

()

.

:

- - -

:

.

.

-

.

-

-

-

-

.

-

-

.

-

.

-

.

.

-

.

-

.

:

- - -

()

.

.

.

-

-

: - - -

:

: -

.

.

()

.

: -

(,)

()

.

:

: -

.

-

(Silo)

(Batch Mixing Plant)

(Twin Shaft)

(,)

()

() (AASHTO T-134)
()
(,)

: -

(- - -)

:(- - -)

-

()

.

()

.

()

AASHTO T-134

. ()

.

ASTM D (3405, 3406)

.

(AASHTO T- 310-01)

(AASHTO T-191)

(AASHTO T-134)

.

. ()

-

-

()

.(ASTM D 1633)

(AASHTO T-144)

()

(,)

:

-

()

.

:

-

()

.

()

(, - ,)

.

-

-

:

- - -

()

()

.

()

()

()

()

()

()

.

()

:

- - -

.

()

.

-

-

-

(- - -)

(- - -)

: -

(- - - -)

()

: - - -

: - - -

(- - - -)

-

-

:(- - -)

---			AASHTO M-145		

---	()		AASHTO T-144		
			AASHTO T-134		
			ASTM D 5102		
---			ASTM D 559		
---	()		AASHTO T-191, AASHTO T-310-01		
---	()		ASTM D 5102		
	()				
	()				
---	()				

:(- - -)

	()	---

-

-

:

-

:

- -

.

.

.

:

- -

(-)

.

:

- -

.

.

-

-

/

.

.

.

.

:

:

-

.

/

:

-

(/ /)

-

-

()

.

()

()

.

.

()

.

(- -)

.

()

-

-

:(- -)

,	
- ,	
-	
, -	
-	()

(-)

()

()

/

-

()

(A-1-b)

()

AASHTO T-180

-

: - -

()

()

()

-)

(-
()

(- -)

-

-

:(- -)

	Vitrified Clay Pipe

(A-1-b)

(- -)

()

.

()

.()

()

()

()

(AASHTO T-180)

.

A-2-4

. ()

-

-

:(- -)

	()
	(/)
-	(/) ,
-	() ,
-	() ,
-	() ,
-	() ,
-	() ,

()

()

()

.AASHTO T-180

-

-

.

:

--

. (- -)

()

.

(-)

(- -)

.

.

()

.

-

-

.

()

()

.

:

- -

()

.

:

.

.(- -)

(- -)

:

.

-

(- -)

()

: - -

:(- -)

- -					
- -	()		AASHTO T- 27, 11		
- -			AASHTO T-180		
- -					
-	()		AASHTO T- 310-01		
	()			-	

-

: - -

(- -)

:(- -)

		- -
		- -
		- - -
		- - -
		- - -
		- - -
		- - -

: -

: - -

:

-

-

-

-

-

-

-

(Geotextile)

(Geocomposite)

.

()

.

.

.

-

-

.

:

- -

.

:

- - -

/

.

(- -)

:(- -)

/		

:

- - -

.

-

-

(Gutter)

.

.

()

()

.

.

(- - - -)

.

:

- - -

-

-

.

: - - - -

.

: -

.

(Sag)

.

(- -)

.

. (- -)

-

-

:(- -)

	(/)
,	(W/C Ratio)
	Slump ()
	()
	,

:(- -)

ASTM C 478	
.() ASTM C 55 ASTM C 139	

:

-

. (- -)

:(- -)

AASHTO M 105	
AASHTO M 103M	
AASHTO M 183 M	

-

-

: -

()

(- -)

: -

.(- -)

: -

-)

(-

.AASHTO T-190

()

-

-

:(- -)

ASTM C 14, ASTM C 14 M	()
ASTM C 655, ASTM C 655 M,	
ASTM A 849 C	
AASHTO M 36	
AASHTO M 190 (D)	
ASTM D 3033, AASHTO M 3034	PVC
ASTM D 2680	PVC, ABS
ASTM D 2661 (PS 46, SDR 35)	ABS
ASTM C 700	

:(- -)

ASTM C 443	(Gasket)	
ASTM C 270		
ASTM D 1869		
ASTM C 270		
ASTM F 477		PVC

:(- -)

	()
	(,) ,
-	() ,
-	() ,
-	() ,

-

-

() () ()

()

()

()

()

()

()

()

()

()

: - - - -

: -

(-)

()

(-)

()

()

()

()

-

-

()

()

(-)

:

-

(-)

.

.

()

.

()

.

-

-

() ()
()

AASHTO M-198

.

()

.

.

.

-

-

()

()

:

-

AASHTO M-36

.AASHTO M-190

()

()

()

-

-

.

.

:

-

:

:

-

(,)

()

()

()

.

:

()

()

(,)

-

()

(,)

-

.

-

-

:

-

U

()

. () () ()

:

-

()

(-)

.

.

.

()

()

-

-

()

.AASHTO T-180

()

()

()

(Slump) ()

()

()

()

A-2-4

(-)

AASHTO M-145

()

AASHTO T-180

()

:

- -

:

- - -

:

-

-

PVC

(- -)

() (-)
()

()

(-)

(- ,)

AASHTO M-36

(,)

(,)

.AASHTO M-(190, 243)

:(- -)

AASHTO M (175M)	
ASTMC 700	
AASHTO M 36, AASHTO M 190	
ASTM D 3033, ASTM D 3034 (SDR35)	PVC
ASTM D 2751	ABS
AASHTO M 196	

:()

(,)

(,)

. ()

()

:

:

()

$D_{s(85)}$

()

$D_{f(15)}$

:

()

$$D_{f(15)} / D_{s(85)} \leq 5$$

()

()

.()

$$D_{50f} / D_{50s} \leq 25$$

(,)

()

()

$D_{s(15)}$

$D_{f(15)}$

:

()

$$D_{f(15)} / D_{s(15)} \geq 5$$

-
:
-

$$\frac{D_{f(85)}}{\text{Pipe slot width}} > 1.2$$

$$\frac{D_{f(85)}}{\text{Pipe hole diameter}} > 1$$

- D_f
- D_s
- Pipe slot width
- Pipe whole diameter

$$(D_{60} / D_{10} \leq 20)$$

$$\frac{D_{f(85)}}{\text{Pipe slot width}} > 1.2$$

(Geotextile): -

$$.(- -)$$

-

:(- -)

	()
	(,) ,
-	() ,
-	(/) ,
-	() ,
-	() ,
-	()

:(- -)

	ASTM D 4632	. (Grab Tensile Strength)
	ASTM D 4833	. (Puncture Strength)
	ASTM D 4533	. (Tear Strength)
,	ASTM D 4751	. () (AOS)
,		(-) . ()
	ASTM D 4491	. (Permeability)

:

-

()

-

-

.

.

: - - -

(-)

()

()

.

. ()

(A-4, A-5, A-6, A-7)

()

.

/

-

()

()

()

()

()

(A-4, A-5, A-6, A-7)

-

: - -

: - - -

: -

(- -)

(Geo-composite) : -

(Filter Fabric)

(Core) ()

: -

(Polyolefin)

-

-

.(- -)

: -

(- -)

.ASTM D 4354

:(- -)

()	ASTM D 570	Water) (Absorption
()	ASTM G 21	() (Fungus resistance)

: -

()

- -)

(

: -

()

-

:(- -)

	ASTM D 4491	Permeability
, - ,	ASTM D 4751	AOS
	ASTM D 4632	Grab Tensile Strength
	ASTM D 4833	Puncture Strength
	ASTM D 4533	Trapezoidal Tear Strength
	ASTM D 4632	Elongation
,	ASTMD 3786	Mullen Burst Strength
	ASTM D 4595 ()	Seam Strength
,	ASTM D 3776	
	ASTM D 4355	(UV Resistance)
	ASTM G 21	()

:(- -)

:(- -)

	ASTM D 1621 (x)	() (Compressive Strength)
,	ASTM D 903	(Peel Strength) : () ()
,	ASTM D 4716 ()	() (In-Plane Flow) ()

(- -)

:

Peel Strength

()

()

()

()

()

()

()

-

: - - -

.

.

/

.

()

AASHTO T-99

()

(,)

.

: - - -

.

-

-

:

- - -

(- -) (-) (- -)

:

-

$$D_{15f} / D_{15b} > 4$$

:

-

$$D_{15f} / D_{15b} < 20 \quad D_{50f} / D_{50b} < 25 \quad D_{15f} / D_{85b} < 5$$

:

(b) (f) - D_f, D_b

-() :

() ()

()

:

- - -

.(- -) (- -)

(-)

-

()

:(- -)

	()
	(,) ,
-	() ,
-	(/)
-	(/) ,
-	() ,
-	() ,
-	() ,

:(- -)

	ASTM D 5821	
	AASHTO T-96	
	AASHTO T-176	
,	AASHTO T-85	
,	AASHTO T-85	
	AASHTO T-104	

-

:

- - -

.(- -)

(- -)

(-)

.

:(- -)

	.()
	() ,
-	(/)
-	(/) ,
-	(/) ,
-	() ,
-	() ,
-	() ,

:

- -

.

:

- - -

:

-

-

-

(- -)

:(- -)

ASTM (C 14, C 14 M)	
ASTM C 76, ASTM (C 655, 655M)	
ASTM C 1504	
AASHTO (M 167, M167 M)	
AASHTO M 36, ASTM A 760	
AASHTO M 245, ASTM A 762	

() ()
 () ()
 () ()
 ()

() () AASHTO M-170
 () (Taper)

-

()

AASHTO M 259M

()

AASHTO M 273M

:

-

.(- -)

(- -)

ASTM C 150

AASHTO T-26

:(- -)

	-	
	AASHTO T-22	
	AASHTO T-23	
,	-	
-	AASHTO T-119	. ()

:(- -)

AASHTO M-43	AASHTO M-6		
,	,	AASHTO T-112	
,	,	AASHTO T-113	(Lignite)
		AASHTO T-113	,
,	,	-	
		AASHTO T- (11, 27)	' ()
	-	AASHTO T-196	()
-		AASHTO T-176	
-		AASHTO T-21	

-

.

: -

()

()

. (,)

: - - -

.

: -

:

: -

.

: -

(-)

-

-

(-)

.

.

:

-

:

-

(/)

()

.

.

(Elliptical)

()

.

:

-

.

-

-

()

()

()

()

:

-

(/)

()

()

()

()

()

:

-

-

-

.

()

.

()

:

-

.

.

-

.

-

-

.

-

.

-

.

-

()

()

.

-

-

.

()

.(- -)

()

:(- -)

	()	
		()
		()
		T

()

.

-

-

: -

(-)

.

. : -

: - -

()

.

: -

(- -)

(- -)

.

-

:(- -)

			AASHTO T- (27, 11)		
			AASHTO T-99 (C)		
			(- -)		
			(- - - -)		
	()				
	()		AASHTO T 310-01		

-

:

-

(- -)

()

:

- -

/

:

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

.
.
:
- -

/

(- -)

:(- -)

		- -
		- -
		- -
	()	- -
)	- -
	(- -
		- -
		- -
		- -
	()	- -
	()	- -
		- -

-

-

: -
: - -

()

: - -

()

: - -
: - - -

()

: - - -
: -

-

-

(- -)

(/)

(- -)

.

(-)

(-)

()

. ()

.

: -

()

()

ASTM C270

ASTM C150

(i)

.

(- -)

.(AASHTO - M45)

: -

()

ASTM A 641

(,)

-

AASHTO T-65

ASTM E 376

()

()

(,)

:(- -)

,	AASHTO T-85	
	AASHTO T-85	
	AASHTO T-210	

:(- -)

-	-		
-	-		
-	- ,		
	,		
-	-		
-	-		
-	-		
-	-		
-	-		
-	-		

-

: - - -

: -

. (-)

. ()

()

: -

()

(-)

(-)

- - -)

()

(

-

-

.

:

-

.

.

.

()

.A 1-a, A 1-b

:

- -

.

-

-

: - - -
: -

)

ASTM C150 (

.(- -)

:(- -)

,	
	()
AASHTO M 43	
.	

: -

(- -)

(- -)

.
: -

-)

(-

: -

(- -)

: -

(- -)

-

-

:

-

(- -)

:

- - -

()

(- -)

(- - -)

(-)

-

-

(- - -)
· ()

:

- - -

.

:

- - -

.

(- -)

(,)

()

(×)

-

-

:

--

.

.

(- -) (- -)

()

.

:

--

.

()

.

:

-

.(- -)

(- -)

.

-

-

: -

. (- -)

()

.

: - -

.

: - -

.

-)

.

(-

-

-

:(- -)

-- --				-- --		
----				.		

--				--		
-	--		--	--		
--	--		--			
--						
--						
--						
--	--			--		
--						

-

-

:(- -)

		- -
		- -
		- -
		- -
		- -
		- -
		- -
		- -
	()	- -

-

