

!"#\$%&'()*+,-./:;<=>?@A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z [\] ^ _ ` a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z { | } ~ ¡ ¢ £ ¤ ¥ ¦ § ¨ © ª « ¬ ® ¯ ° ± ² ³ ´ µ ¶ · ¸ ¹ º » ¼ ½ ¾ ¿

A review of the literature

UCL Environmental Institute Working Paper

by Eliabeth Rapoport

October

Development Planning Unit UCL

FORWARD

AB);!/?&?, \$!%&;!-#22);;)#6, ' !&;!/?&\$!/#!&!/?\$#0, -/)60, ;/)C&/)6C!/B, !- . \$\$, 6/!/;/&/, !#D!
\$, ; , &\$-B!#6!. \$9&6!2, /&9#-); 2!&!86)0, \$;)3!M#-:, C, !P#6' #6!Q8MPRI:, ' !93!S&6, ;&!
M&;/T6F\$#/#!&6' !U' \$)&6&!U::, 6!#D!8MPV;!>, 0, :#?2, 6/!W:&66)6C!86)/(!AB, !/?\$#0, -/!%&;!
2&' , !/?#; ;)9:, !93!/B, !; . ??#\$/!#D!/B, !8MP!*60)\$#62, 6/!56;/)/. /, H%B)-B!/?\$#0' , ' !&!C\$&6/!
D. 6')6C!/B, !' , 0, :#?2, 6/!#D!9#/B!/B);!\$, 0), %!&6' !&; , \$), ;!#D!D):2, ' !)6/, \$0), %;!%)B!8MP!
;-B#:&\$;!%#\$G)6C!#6!);; . , ;!\$, :&/, ' !/#!. \$9&6!2, /&9#-); 2(!AB, ;/&\$/)6C!/?#)6/!D#\$/B);!
?&?, \$!%&;!&6!, +?:#\$&/#\$3!-)/, \$&/ . \$, !\$, 0), %!/?\$, ?&\$, ' !93!/B, !/?\$#0, -/!)6)/&/#\$;H%B)-B!
:&)' !# . !/B, !6, , ' !D#\$!&6!)6/, \$'); -)?:)6&\$3!\$, 0), %!#D!/B, !:)/, \$&/ . \$, !#6!. \$9&6!2, /&9#-); 2!

EXECUTIVE SUMMARY

!"#\$%&'(#)%"*

56!\$, -, 6/13, &\$;!/B, !-#6-, ?/!#D!. \$9&6!2, /&9#); 2!B&!;!)6-\$, &;)6C:3!9, , 6!, 2?:#3, ' !;!)6!&! ')0, \$; , !&\$6C, !#D!'); -)?:)6, ; !&; !&!2, &6; !/#!&6&:3; , !&6' !/B, #&); , !/B, !-)/3(!AB); !?&?, \$! &); , ; !&!6. 29, \$!#D!K. , ; /)#6;!&9#. /!. \$9&6!2, /&9#); 2H)/; !)2?&-/!#6!. \$9&6!; -B#:&\$; B)?H &6' !B#%/B, !-#6-, ?/!)!&D, -/)6C!. 6' , \$; /&6')6C; !#D!/B, !%&3!)6!%B)-B!, 60)\$#62, 6/&:H ; #-)&!&6' !, -#6#2)-!D&-/#\$;!6/, \$&-/!/#!; B&?, !. \$9&6!?B, 6#2, 6&(!A#!, +?:#\$, !/B, ; , !); , . ; H/B, !?&?, \$!, 0), %; !)6/, \$?\$, /&/)#6;!#D&6' !-. \$\$, 6/!' , 9&/, ; !&\$#. 6' !. \$9&6! 2, /&9#); 2!)6!D)0, !'); -)?:)6, ; <)6' . ; /\$)&!; , -#:#C3H. \$9&6!, -#:#C3H, -#:#C)-&!; , -#6#2)-; H ?#:) /)-&!; , -#:#C3!&6' !?#:) /)-&!; C, #C\$&?B3(!

+\$, -"* . /#-, %0)1. 2*)"#/00/(#' -0* -" #/(/&/" #1*

M#6/, 2?#\$&\$3!%#\$G!, 2?:#3)6C!/B, !-#6-, ?/!#D!. \$9&6!2, /&9#); 2!/ , 6' ; !/#!' \$! ,)/B, \$!/?#:) /)-&!; , -#6#23!#\$/B, !9)#Y?B3;)-&!; -), 6-, ; H&; !%, ::!&; !#6!0&\$)#. ; !9\$&6-B, ; !#D! ; 3; / , 2; !/B, #&3!&6' !/B, !?&)6-)?; , ; !#D!/B, \$2#' 36&2)-; (!Z&\$+!. ; , ' !/B, !-#6-, ?/!#D! 2, /&9#); 2!)6! !/#!' , ; -\$)9, !/B, !2&/, \$)&!; , +-B&6C, ; !&6' !)6/, \$' , ? , 6' , 6/! \$, :&/)#6; B)?!9, /%, , 6!B. 2&6!; #-), /3!&6' !6&/ . \$, H&6!&??#\$&-B!%B)-B!B&!\$, -, 6/:3!9, , 6! \$, 0); , ' !93!/?#:) /)-&!; C, #C\$&?B, \$; !&6' !?#:) /)-&!; , -#:#C); /; (!AB, !9)#:#C)-&!; -#6-, ?/!#D! 2, /&9#); 2!&; !/B, !, +-B&6C, !#D!2&//, \$!9, /%, , 6!&6!#\$C&6); 2!&6' !)/; !, 60)\$#62, 6/H&; !

=/1)6")75)" 6*#4/*()#52*' \$, -"* . /#-, %0)1. * -" &*1%()-0;#/(4")(-0* -" &*/(%0%6)(-0*
\$/0-#)%" 14)<1

C#0, \$6&6-, !#D!. \$9&6!D:#%;H/B, !?:&6;!&6' !0);)#6;!#D!/B#;, !%B#!' , 0, :#?!&6' !2&6&C, !
. \$9&6!6, /%#\$G;!&6' !/B, !D:#%;!/B\$#. CBI/B, 2!2&3!9, !-B&::, 6C, ' !#\$!; . 90, \$/, ' !93!/B, !
' &):3!?\$&-/-, ;!#D!)6')0)' . &:;!&6' !C\$#. ?;!QF. :G, :, 3!, /!&:(!E@44R(!" #\$/B);!\$, & ;#6H/#!
. 6' , \$;/&6' !/B, !%&3!)6!%B)-B!. \$9&6!\$, ;#. \$-, !D:#%;!&6' !/B, !6, /%#\$G;!/B&!D&-:)/&/, !
/B, 2!&\$, !&-/. &::3!C#0, \$6, ' !\$, K.)\$, ;!, +&2)6)6C!' &):3!?\$&-/-, !&6' !:#-&!/?#:/)-&:!
, -#6#2), ;!QF. :G, :, 3!, /!&:(!E@4@H#Z#6;/&' /!E@@=R(!

A%" (0' 1)%"*

AB, !-#6-, ?!/#D!. \$9&6!2, /&9#:); 2-&6!9, !&!?\$#'. -/)0, !&6' !. ;, D. :!%&3!/#!

'); -)?:)6&\$3! , 9&/ , ;!&\$#. 6' !/B, !-#6-, ?/!)6!D)0, !'); -)?:)6, ;<!)6' . ;/\$)&:!, -#:#C3H. \$9&6!
, -#:#C3H, -#:#C)-&:!, -#6#2)-;H?#:)!)-&:!, -#:#C3!&6' !?#:)!)-&:!C, #C\$&?B3(!" #::#%)6C!&!

\$, ; , &\$-B!)6!. \$9&6!2, /&9#:) ; 2!&6' !/B, !, +/, 6/!#D!, 6C&C, 2, 6/!&-\$#; ; !'); -)?:)6, ; !
#--. \$\$)6C!&\$#. 6' !/B);!-#6-, ?/(!

URBAN METABOLISM INTELLECTUAL ANTECEDENTS

AB, !-#6-, ?/!#D!2, /&9#:) ; 2!, 2, \$C, ' !)6!/B, !6)6, /, , 6/B!-, 6/. \$3!&!&!%&3!#D!' , ; -\$)9)6C!
/B, !, +-B&6C, !#D!2&//, \$!9, /%, , 6!&6!#\$C&6); 2!&6' !)/;! , 60)\$#62, 6/!!; . -B!/B&!#--. \$\$)6C!
)6!/B, !?#\$- , ; ; !#D!\$, ; ?)\$&/)#6Q"); -B, \$Yc#%&; G)!X!de//:, \$!4JJ\]"#;/, \$!4JJJR(!56!
-#6/, 2?#\$\$3!9)#:#C3!!2, /&9#:) ; 2!)! ; , ' !/#!' , ; -\$)9, !&!?#\$- , ; ; !/B&!#--. \$!)6!
)6')0)' . &!- , :: !&6' !#\$C&6); 2; (AB); !D&)\$:3!; /\$&)CB/D#%&\$' !9)#:#C)-&!-#6-, ?/!B&!!&:2#; /!
)6-, !)/;!C, 6, ;); !!9, , 6!, +/, 6' , ' !/#!&???:3!/#!?#\$- , ; ; ; !9\$#&' , \$!/B&6!/B, !)6/, \$&-/)#6; !
9, /%, , 6!)6')0)' . &!- , :: !#D!#\$C&6); 2; !&6' !/B,)\$!, 60)\$#62, 6/!(AB, !)' , &!#D!&!; ? , -)D)-&::3!
. \$9&6!2, /&9#:) ; 2!)! ; , ' !/#!' , ; -\$)9, &!0&\$), /3!#D!?\$#\$- , ; ; ; !!)6-:.')6C!/B, !)6/, \$&-/)#6; !
9, /%, , 6!#\$C&6); 2;!0. ; . &::3!B. 2&6;R!&6' !/B,)\$!; . \$\$#. 6')6C!, -#;3;/, 2!!/B, !)6/, \$&-/)#6!
9, /%, , 6!&6!. \$9&6!&\$, &!&6' !)/;!B)6/, \$:&6' ;!!&6' !/B, !%&3!)6!%B)-B!;#-)&!&6' !, -#:#C)-&!
?#\$- , ; ; ; !)6/, \$&-!/#!?#\$#'. - , !. \$9&6!, 60)\$#62, 6/;(!

:&/, !4JJ@;!AB, !%#\$G!#6!. \$9&6!2, /&9#); 2!' , 0, :#?, ' !;)6-, !/B); !\$, Y, 2, \$C, 6-, !); !/B, !
D#-. ; !#D!/B, !\$, 2&)6' , \$!#D!/B); !?&?, \$(!

DISCIPLINARY AND INTERDISCIPLINARY DEBATES IN URBAN METABOLISM

The city as an ecosystem

AB, !)' , &!#D!/B, !-)/3!)/; , :D!&!&6!, -#; 3;/, 2!)6!/B, !9)#:#C)-&!; , 6; , !); !&??;), ' !2#; /!;)/, \$&::3!
)6!/B, !D), : ' !#D!. \$9&6!, -#:#C3H%B)-B!; , , ; !/B, !-)/3!&; !9#/B!&!; 3;/, 2V!&6' !&!6&/ . \$&:V!
, 6/)/3QZ&\$-#/ . ::)#!X!F#3:, !E@@NR(!L\$)22!, /!&!QE@@@R!2&G, !&!-\$. -)&!; !'); /)6-/)#6!
9, /%, , 6!//%#!&??\$#&-B, ; !/#!. \$9&6!, -#:#C3<[, -#:#C3!)6!-)/), ; !O, \$; . ; ![, -#:#C3!#D!-)/), ; (!
AB, !D#\$2, \$&\$, !:&\$C, :3!; -), 6/!D)-!;/ . '), ; !#D!/B, !%&3!)6!%B)-B!, -#:#C)-&!?&//, \$6; !&6' !
?\$#-, ; ; ; !&\$, !')DD, \$, 6/!)6!-)/), ; !/B&6!)6!#/B, \$!, 60)\$#62, 6/; H%B)-B! ?&3!2)6)2&:!

U:9, \$/)!&6' !B, \$!-#.:, &C. , ;!&/!/B, !86)0, \$;) /3!#D!g & ;B)6C/#6V; !8\$9&6!* -#: #C3!?\$#C\$&22, H
D#)\$!6; /&6-, HB&0, !' #6, !, +/, 6;)0, !%#\$G!#6!' , 0, :#?)6C!&!2#' , :!/B&/!)6G; !/B, !9)#?B3;)-&:!
)2?&-!/;!#D!B. 2&6Y)6' . -, ' !, 60)\$#62, 6/&:!/ \$, ; ; ; !/#!0&\$)#. ;!3?, ;!#D!:&6' !. ; , HB. 2&6!
&-/)0)

?\$#-, ; ; ; ; !/B&/!#--. \$!)6!-)/, ;H\$, ;. :/6C!)6!C\$#%/B#?#\$#'. -/)#6!#D!, 6, \$C3H&6' !, :)2)6&/)#6!
#D!%&;/, !!0c, 66, ' 3!, !/!(E@@=H?(` `R(1/. '), ;!#D!. \$9&6!2, /&9#:); 2!' #6, !)6!/B, !)6' . ;/\$)&!
, -#:#C3!/\$&')/#6!C, 6, \$&::3!/&G, !&!:&\$C, :3!K. &6/)/&/)0, !&??#\$&-B#D#-. ;)6C!#6!K. &6/03)6C!
/B, !D:#%!#D!&!?&\$/)-. :&\$!2&/, \$)&:#\$!2&/, \$)&::H, 6, \$C3H#\$/B, !?\$, ;, 6-, !#D!&!?&\$/)-. :&\$!
;. 9;/&6-,

Z#;/!/./.'), ;!#D!. \$9&6!2&/, \$)&:!&6' !, 6, \$C3!D:#%;!, 6-#. \$&C, !/B, !. ; , !#D!. \$9&6!
2, /&9#.); 2!& !&!D#. 6' &/)#6!D#\$!. \$9&6!/?#:) -3H&6' !%):!/(3?) -&:3!-#6-.. ' , !%) /B!&!); /!#D!
?#:) -3!\$, -#22, 6' &/)#6; QF&--6)!4JJ=]!F&\$; , ;!E@@J]!M# ' #9&6!X!c, 66, ' 3!E@@\!
c, 66, ' 3!, /!&:(!E@@=!] ^)a&! , /!&:(!E@@JR(!Z&63!; -B#:&\$; !&; #!-:&)2!/B&/!. \$9&6!2, /&9#.); 2!
;/.'), ;!-&6!9, !/##:; !9# /B!D#\$!) ' , 6/)D3)6C!, 60)\$#62, 6/&:!?\$#9:, 2; !&6' !' , ;)C6)6C!2#\$, !
, DD)-, 6/!. \$9&6!?:&66)6C!/?#:) - , ;!QF&--6)!4JJ=]!F&\$; , ;!E@@J]! ^)a&! , /!&:(!E@@JR(M# ' #9&6X!
c, 66, ' 3!QE@@\RH)6!/B,)\$!;/.' 3!#D!2, /&9#.); 2!&!/B, !6,)CB9#. \$B##' !; -&: !)6!A##\$#6/#H!
&//, 2?/!/#!:)6G!/B, !' , ;)C6!-B&\$&-/, \$); /-; !#D!')DD, \$, 6/!/3?, ;!#D!6,)CB9#. \$B##' ;!%) /B!
2, /&9#:) -!D:#%; (!g B, 6!2&/, \$)&:!D:#%!&6&:3; , ;!&\$, !:)6G, ' !/#!/?#:) -3!\$, -#22, 6' &/)#6; H!
/B, 3!. ; . &:3!&' 0#-&/, !2&\$G, /Y:, ' !; #: . /)#6; H; . -B!& !\$, 2#0)6C!; . 9;) ' , ;H/&+)6C!\$, ;#. \$- , !
-#6; . 2?/)#6!\$&/B, \$!/B&6!&9#. \$H\$&/B, \$!/B&6!/\$&')/)#6!-#22&6' !&6' !-#6/\$#:#!
, 60)\$#62, 6/&:!\$, C. :&/)#6!Q"); B, \$Yc#%&; G)!Xde//:, \$!4JJJR(!AB); !-&6!9, !\$, :&/, ' !/#!/B, !
6&/, \$, !#D!/B, !-)/, ;!9,)6C!;/.'), ' H2#; /!#D!%B)-B!&\$, !&' 0&6-, ' !; , \$0)-, !#)\$, 6/, ' !; #-, /), ;!
)6!%B)-B!-#6; . 2, \$; H\$&/B, \$!/B&6!/?\$# ' . - , \$; H&\$, !/B, !?\$)2&\$3!; #. \$- , !#D!
, 2); ;)#6; QF. 2(6)-0. 405000b!. 2(\$)0.)-, ,)#?#\$)&&6; l-0. 50. 30Tm/TT1. 11Tf[(2,)41. 16[!sc1!

^)a&! , /!&:(!QE@JRH#D#\$!)6; /&6- , H' , ; -\$)9, !. \$9&6!2 , /&9#.); 2!&; /B, !?#\$#- , ; ;!93!%B)-B!
\$, ; #. \$- , ; !&\$, !, +/\$&-/, ' !D\$#2!/B, !6&/ . \$&:!, 60)\$#62 , 6/H-#60, \$/, ' !)6/#!)6?. /;!6/#!/B, !
, -#6#2)-!; 3;/, 2!&6' !/\$&6;D#\$2, ' !)6/#!?#\$#'. -/;!&6' !2&/, \$)&:!&6' !, 6, \$C3!D:#%;!%B)-B!
-&. ; , !, 60)\$#62 , 6/&:!' &2&C, (!!)

b6, !&??\$#&-B!/#!, +?:&)6)6C!/B, !. 6' , \$:3)6C! '\$)0, \$; !#D!/B); !:)6G!9, /%, , 6!, -#6#2)-!
C\$#%/B!&6' !, 60)\$#62 , 6/&:!' , C\$&' &/)#6!); !/#!\$, 0)0, !Z&\$+V;!)' , &!#D!2 , /&9#:)-!\$D/(!"#\$!
"#;/, \$!Q4JJJRH/B, !-#6- , ?/!-&?/. \$, ; /B, !%&3!)6!%B)-BH. 6' , \$!-&?)/&.); 2HB. 2&6; !B&0, !
9, -#2, !, ; /\$&6C, ' !D\$#2!/B, !6&/ . \$&:!-#6')/#6; !#D!/B,)\$, +); /, 6-, (!AB, !2 , /&9#:)-!\$D/!
9, /%, , 6!B. 2&6; !&6' !; #):!-\$, &/, ' !93!-&?)/&.); /!&C\$)-. :/ . \$, !2&G, ; !B. 2&6!; #-), /3!. 6' , \$!
-&?)/&.); 2!D. 6' &2 , 6/&:3! . 6; . ; /&)6&9:, (!Z##\$, !QE@@@RH; 36/B, ; ;)6C!Z&\$+); /!&6' !%#:\$' Y
; 3;/, 2; !/B, #3H, +?&6' ; !#6!Z&\$+V;!#)\$C)6&:!/B, #3(!d, !&\$C. , ; !/B&/!B\$#. CB#. /!B); /#\$3H
%#:\$' !, -#:#C3!B&; !9, , 6!\$, ?, &/, ' :3!\$, #C&6); , ' !)6!#\$' , \$!/#!' , &:!)%/B!/B, !\$);)6C!-#; /; !#D!
, -#:#C)-&:!, +?:#)/&/)#6!/B&/!\$, ; . :!D\$#2!-&?)/&.); /!, +?&6;)#6(!U/!, &-B!?B&; !#D!%#:\$' !
-&?)/&.); /!' , 0, :#?2 , 6/HZ##\$, !&\$C. , ; H&!2 , /&9#:)-!\$D/!B&; !#-- . \$\$, ' ("#:#%)6C!, &-B!\$D/H
%#:\$' !, -#:#C3!); !\$, #C&6); , ' H/, -B6)-&:3!9. /!&:; #!C, #C\$&?B)-&:3H?B3;)-&:3!, +?&6')6C!
/B, !%#:\$' !, -#6#23(!AB, ; , !\$, #C&6); &/)#6; !, +); /!)6!&!')&:, -/)-&:!\$, :&/)#6; B)?!%/B!C:#9&:!
-&?)/&.); /!' , 0, :#?2 , 6/(!b0, \$!/2 , H/B, !2 , /&9#:)-!\$D/!9, /%, , 6!/#!%6!&6' !-#. 6/\$3H&6' !
9, /%, , 6!-#. 6/\$), ; HB&;!%)' , 6, ' !&6' !' , , ?, 6, ' (!!)

AB, \$, !&\$, !&!6. 29, \$!#D!')DD, \$, 6!/B, #\$, ; !&9#. !/B#%!9, ; /!/#!#?/)2)a, !, -#6#23!f!
, 60)\$#62 , 6/!\$, :&/)#6; (!U; !'); - . ; ; , ' !&9#0, H)6!2#; /!)6' . ; /\$)&:!, -#:#C3Y

-#6;)/, 6/!:, 0, :!#D!/B\$#. CB?. /(1. -B!&6!, -#6#23!%):!9, !; . ;/&)6&9:, !&!)!%)::!6#/#!, \$#', !
, 60)\$#62, 6/&:!-&\$3)6C!-&?&-)/3H&6' !/, -B6#:#C)-&!?\$#C\$, ; ;!%):!)6-\$, &; , !/B, !\$/!/#D!
L>W!?, \$!. 6)/!#D!/B\$#. CB?. !/QMa, -B!X!>&:3!E@@`]!>&:3!4JJER(U-B), 0)6C!/B);H_&-G;#6!
QE@@JRI&\$C. , ;H%):!\$, K.)\$, !&!6, %!2&-\$#, -#6#2)-!2#', :!D#\$!&-B), 0)6C!, -#6#2)-!
;/&9:)/3!%)/B#. !/C\$#%/B!6!-#6; . 2?/)#6!
U!;)2):&\$&??\$#&-B!/#!&' '\$, ; ;)6C!/B, !:)6G!9, /%, , 6!, -#6#2)-!C\$#%/B!&6' !\$, ;#. \$-, !
-#6;. 2?/)#6!);!B, !/B, #3!#D!' , YC\$#%/B(1. ;/&)6&9:, !' , YC\$#%/B!B&;!9, , 6!' , D)6, ' !&;!k&6!
, K.)/&9:, !' #6; -&:)6C!#D!?\$#'. -/)#6!&6' !-#6;. 2?/)#6!/B&!/)6-\$, &; , ;!B. 2&6!%, ::9,)6C!
&6' !, 6B&6-, ;!, -#::#C)-&!-#6')/#6; !&!/B, !:#-&!&6' !C:#9&:!, 0, :H)6!/B, !;B#\$!&6' !:#6C!
, \$2!Q1-B6,) ' , \$!, !/&:!E@4@H?(74ER(!>, YC\$#%/B!C#, ;!9, 3#6' !0. ;/!, DD)-, 6-3!
)2?\$#0, 2, 6/; !/#!:)2)/)6C!/B, !; -&:, !#D!?\$#'. -/)#6!&6' !-#6;. 2?/)#6!(d#%!)2. -B!/#!
' #6;)a, !)6!#\$' , \$!/#!&-B), 0, !; . ;/&)6&9:)/3H&6' !%B&/!2)CB!/9, !/B, !#?/)2&:!: -&:, !D#\$!/B, !
, -#6#23!&\$, !; . 90, -/; !#D!' , 9&/, !&2#6C!' , YC\$#%/B!&' 0#-&/, ;QZ&\$\$/h6, a!U:), \$HW&; -. &:H, !/
&:(!E@4@R(!AB, !)' , &!#D!' , YC\$#%/B!B&;!&:; #!9, , 6!/&G, 6!)6!');?&\$&/, !')\$, -/)#6;!93!
, -#::#C)-&:!, -#6#2);/; !&6' !; #-)&:!&-/)0);/; QZ&\$\$/h6, a!U:), \$HW&; -. &:H, !/!(E@4@R(!" \$#2!/B, !

)6-\$, &);6C:3!/B, !D#-. ; !#D!; -B#:&\$; !%#\$G)6C!)6!/?#:) /)-&!C, #C\$&?B3!&6' !/?#:) /)-&!; -#:#C3(!
AB, !D#::#%)6C!; , -/)#6; !/ . \$6!/#!/B, ; , !-\$) /)K. , ; (!

Resignifying the city urban metabolism and social technical and ecological relationships

56!\$, -, 6!/3, &\$; #!/B, !%&3!)6!%B)-B!/B, !2, /&9#:); 2!-#6-, ?/!)!; 2?:#3, ' !93!. \$9&6!&6' !
)6' . ; /\$)&!; -#:#C); /;!B&;!9, , 6-B&::, 6C, ' !93!&C\$#%)6C!-#B#\$/!#D!; -B#:&\$; !%#\$G)6C!&-\$#; ;!
?#:) /)-&!C, #C\$&?B3!&6' !/?#:) /)-&!; -#:#C3(!AB); !, 2, \$C)6C!9#' 3!#D!); /, \$&/ . \$, !9.):' ; !#6!
-\$) /)K. , ; !#D!' . &:); /)-!-#6-, ?/)#6; !#D!/B, !\$, :&/)#6; B)?!9, /%, , 6!; #-), /3!&6' !6&/ . \$, !
Qd&\$0, 3!4JJi]!12)/B!4J\`]!P&/#. \$!E@@7]!M&; /\$, , !4JJ7R(!8\$9&6!&6' !)6' . ; /\$)&!; -#:#C3#) /!
)!&\$C. , ' #. 6-\$) /)-&::3!?\$, ; , 6/!. \$9&6!2, /&9#:); 2!&!&!?\$#-, ; ; !#D!9)#?B3;)-&!; +-B&6C, #
. 6\$, :&/, ' !/#!; #-)&!&6' !B); /#)\$-&!-#6/ , +!QL&6' 3!E@@`]!1%36C, ' #. %!E@@i]!Z#6; /&' !/
E@@JR(!1. -B!&!?, \$, ? , -/)0, !kD&); !/#!/B, #); !/B, !?\$#-, ; ; !#D!. \$9&6)a&/)#6!&!&!; #-)&!/
?##-, ; ; !#D!/\$&6; D#\$2)6C!&6' !\$, -#6D)C. \$)6C!6&/ . \$, !!Q1%36C, ' #. %!E@@i #?(N7R(!AB); !
-\$) /)K. , !&:; #!6#/ , ; !/B&!/\$&') /)#6&!Q2&/, \$)&!&6' !, 6, \$C3!D:#%R!2, /&9#:); 2!;/ . ') , ; !?&3!
)//; !&/, 6/)#6!/#!/?#:) /)-&:-B&6C, ; #; , , !6&/ . \$, !&!; /&/)-#&6' !2&G, !6#D. 6' &2, 6/&:
-\$) /)K. , !#D!/B, !. 6' , \$:3)6C!-&?)/&:); /!, -#6#230c,)!E@@7R(AB, 3! , Y?#:) /)-; , !/B, !. \$9&6!
; ?B, \$, #6&/ . \$&:); 6C!. \$9&6!?\$#-, ; ; ; !k; #!/B&! . \$9&6); &/)#6!); !6#!:#6C, \$!-#6-,)0, ' !&!/B, !
#. /-#2, !#D!B); /#)\$-&!-B&6C, !9. !/\$&/B, \$!&!&!-3-)-&!;' 36&2)-!&:/, \$&9; , !/B\$#. CB!
, -B6#:#C)-&!2#')D)-&/)#6; !&\$/B, \$!/B&6!93!/?#:) /)-&!-#6/ , ; /&/)#6!QL&6' 3!E@@i #?(i `R(!
*0, 6!)6!/B, !%#\$G!#D!/B#; , !%B#!/\$3!/#!)6/ , C\$&/, !/B, !)2?&-!#D!; #-)&!D&-/#\$; !)6!/B,)\$!
2#' , ; #2, /&9#:); 2!); !/):! . ; , ' !/#!' , 6#/ , !; #2, /B)6C!?. \$, :3!2&/, \$)&!Qc,)!E@@7R("\$#2!
/B); !?, \$, ? , -/)0, #&/, 2?;/!#!;)2?:3!k, +/ , 6' !2&/, \$)&!&6' !, 6, \$C3!D:#%!2, /&9#:); 2!
2#' , ; !/#!)6-: . ' , !; #-)&!&6' !, -#6#2)-!); ; . ; !' #!6#/!C#!D&\$!, 6#. CB(!
^ , %!-#6-, ?/)#6; !#D!. \$9&6!2, /&9#:); 2&\$, !, 2, \$C)6C!D\$#2!/B, ; , !2#\$, !-\$) /)-&!/
&??\$#&-B, ; !%B)-B!; , ,)!&!-#6;) /)6C!#D!2#\$, !/B&6!0. ; !/2&/, \$)&!-3-: , ; (!F.): ')6C!#6!
Z&\$+V!-#6-, ?/)#6!#D!2, /&9#:); 2!&!&!2, /&?B#\$/#!&6&3; , !B. 2&6Y6&/ . \$, !\$, :&/)#6; B)?; #

%&3!)6!%B)-B!; #-)!&6' !, 60)\$#62, 6/&!D&-/#\$;!6/, \$\$, :&/, !/#!;B&?, !. \$9&6!2, /&9#:); 2;H
&!%, ::!&;!/B, !?#:)!)-&!6&/ . \$, !#D!/B, ;, !2, /&9#:); 2;H!/B);!2#\$, !-\$)/)-&!&??\$#&-B!
-B&::, 6C, ;!/B, !?#\$/&3&!#D!/B, !2#' , \$6!-)/3!&;!&;/&/)-!&6' !; , :DY\$, C. :&/)6C!; 3;/, 2QL&6' 3!
E@@`]!L&6' 3!E@@i R(!AB); -#6-, ?/)#6!#D!. \$9&6!2, /&9#:); 2!D#-. ;, ;!6#!#6!&D. 6-/)#6&:!

2&-B)6, !&6' !#\$C&6); 2(!56!&6!. \$9&6!-#6/, +/H/B, !)' , &!#D!/B, !-39#\$C, 2?B&); , ; !/B, !
)6/, \$D&- , !9, /%, , 6!/B, !9#' 3!&6' !/B, !-)/3H)6!?\$&\$/- . :&\$!/B, !?B3;)-&:!)6D\$& ;/\$. -/ . \$, !%B)-B!
k:)6G; !/B, !B. 2&6!9#' 3!/#!0& ; !/, -B6#:#C)-&!6, /%#\$G; !!QL&6' 3!E@@7H?(E\R(d#%, 0, \$!
1%36C, ' #. %!QE@@i R!B& ; !?#\$?#; , ' !/B&!/B, !-#6- , ?/ ; !#D!9#/B!B39\$)' ; !&6' !-39#\$C; !2&3!
: , &' !/#!\$, ?\$#' . -)6C!/B, !9)6&\$3!\$, ?\$, ; , 6/&/#6!#D!/B, !%#\$:' !/B&!-#2 , ; !D\$#2!&!; #-), /3Y
6&/ . \$, !' . &:); 2H& ; !/B, 3!; . CC, ; !/B, !2)+)6C!#D!/%#!#6/#:#C)-&::3!'); /)6C.); B&9: , !/B)6C; (!
^&/ . \$, !&6' !-)/, ; !&\$, !&:\$, &' 3!B, /, \$#C, 6, #. ; HB, !&\$C. , ; H-#6; /)/. /, ' !/B\$#. CB!2, /&9#:-)!
-)\$- . :&/)#6; (!

'); ;) ? & / , ' ! 9 3 !) 6 ' . ; / \$ 3 ! / # ' & 3 H ! / B , ! 2 # \$, ! 6 , % ! \$, ; # . \$ - , ; !) ! %) : : ! 9 , ! & 9 : , ! / # ! ? . \$ - B & ; , !
/ # 2 # \$ \$ # % ! ! Q d # \$ 6 9 # \$ C ! 4 J J \ H ? (4 N N R ! ! U ; ! 9 # / B ! - , 6 / \$, ; ! # D ! - & ?) / & : ! & - - . 2 . : & / # 6 ! & 6 ' !
'); ;) ? & /) 0 , ! ; / \$. - / . \$, ; H . \$ 9 & 6 ! & \$, & ; ! %) : : ! B & 0 , ! & 6 ! , 0 , \$ Y) 6 - \$, & ;) 6 C ! ' , 2 & 6 ' ! D # \$! \$, ; # . \$ - , ; !
D \$ # 2 ! / B , ! ? , \$) ? B , \$ 3 H - \$, & /) 6 C ! ; / \$. - / . \$ & : !) 6 , K . & ;) / 3 ! 9 , / % , , 6 ! / B , ! - # \$, ! & 6 ' ! / B , ! ? , \$) ? B , \$ 3 !
) 6 ! / B , ! % # \$: ' ! ; 3 ; / , 2 (! !
g B) : , ! D # \$! d # \$ 6 9 # \$ C ! . \$ 9 & 6 ! 2 , / & 9 # :) ; 2 ; ! & \$, ! # D !) 6 / , \$, ; / ! 9 , - & . ; , ! # D / B , ! % & 3 ! / B , 3 !) 2 ? & - / !
9 \$ # & ' , \$! C : # 9 & : ! ; 3 ; / , 2 ; H Z & \$ /) 6 , a ! U :) , \$! , / ! & : ! Q E @ 4 @ R ! 9 .) : ' ! # 6 ! % # \$: ' ! ; 3 ; / , 2 ; ! / B , # \$ 3 !) 6 ! & !
; :) C B / : 3 ! ') D D , \$, 5 0 0 0 5 0 0 0 !

;#-)&:!. 6\$, ;/!&6' !, \$#' , ' !' , 2#-\$&-3(!AB);!B)CB:)CB/;!/B, !\$#: , !#D!C#0, \$6&6- , !)6!; B&?)6C!
. \$9&6!2, /&9#:) ; 2;H!/B, !D#- . ;!#D!/B, !6, +/! ; , -/)#6(!!

Governing urban flows

M:#; , :3!\$, :&/, ' !/#!' , 9&/, ;!#6!/B, !)2?&-!/#D!. \$9&6!D:#%; !#6!)6, K. &:)/3!); !/B, !K. , ; /)#6!#D!
/B,)\$!C#0, \$6&6- , H)6!?\$&\$!)- . :&\$!/B, !%&3!)6!%B)-B!/B, 3!&\$, !)2?&-/, ' !93!9\$#&' , \$!; #-)&:!
?#%, \$!\$, :&/)#6; B)?; (!AB, !, 0, \$3' &3!?\$&-

)6!' , 0, :#?)6C!-#. 6/\$), ;!&\$, !2&6&C, ' !93!&ID, %!:&\$C, !-#2?&6), ;!QF&GG, \$!E@@N9R(!AB, !
D&-):)/&/#6!\$#:, !?:&3, ' !93!)6/, \$6&/)#6&!D)6&6-, !#&\$C&6); &/)#6; !&6' !6&/)#6&:!C#0, \$62, 6/;!
);!-\$, -)&!/#!/B, !D. 6-/)#6)6C!#D!/B, !%#\$: ' !%&/, \$!2&\$G, /(!AB, ;, !?#\$-, ; ; ; !#D!\$, C. :&/)#6!
&6' !2&\$G, /); &/)#6-&6!9, !-#6-,)0, ' !)6!2, /&9#:-)!/, \$2;H%) /B!\$, ;# \$-, !\$, C. :&/)#6!k/B, !
;#-)&!6, C#/)&/)#6!#D!/B, !2, /&9#:); 2!#D!&! ' 36&2)-!\$, ;# \$-, !:&6' ; -&?, H!&6' !
2&\$G, /); &/)#6k/B, !\$, \$, C. :&/)#6!#D!/B, !;#-)&!2, /&9#:); 2!#D!6&/ \$, !. 6' , \$/G, 6!93!/B, !
;/&/, !!QF&GG, \$!E@@N&H??(^ J]!7ER(!

gB);, !, :)/, ;!&6' !?#%, \$D. :!)6;/)/. /)#6;!2&3! #2)6&/, !/B, !C#0, \$6&6-, !#D!. \$9&6!D:#%;H!/B, !
?:&6;!&6' !0);)#6;!#D!/B#; , !%B#!' , 0, :#?!&6' !2&6&C, !. \$9&6!6, /%#&\$G; !&6' !/B, !D:#%;!
/B\$#. CBI/B, 2!2&3!9, !-B&:, 6C, ' !#&!; . 90, \$/, ' !93!/B, !' &):3!?\$&-/-, ; !#D!)6')0)' . &:;!&6' !
C\$#. ?; !QF. :G, :, 3!, /!&:(!E@44R(!" #\$/B); !\$, & ;#6H!/#!. 6' , \$; /&6' !/B, !%&3!)6!%B)-B!. \$9&6!
\$, ;# \$-, !D:#%; !&6' !/B, !6, /%#&\$G; !/B&!D&-):)/&/, !/B, 2!&\$, !&-/. &::3!C#0, \$6, ' !\$, K.)\$, ;!
, +&2)6)6C! ' &):3!?\$&-/-, !&6' !:#-&:!?#:/)-&!; -#6#2), ;!QF. :G, :, 3!, /!&:(!E@4@H Z#6; /&' /!
E@@=R(!" #\$/B, !. \$9&6!/?##\$!)6!/B, !C:#9&:!1#. /BH; , \$0)-, !?#&0);)#6!#D/, 6!#--. \$; !/B\$#. CBI&!
B39\$)' !#D!2#\$, !D#\$2&:!? . 9:)-H? . 9:)-Y?&0&/, !&6' !?&0&/, !&\$&6C, 2, 6/; !QU::, 6!, /!&:(!
E@@\R(!!

CONCLUSION

AB, !?&, -, ')6C! '); - . ; ;)#6!B&!' , 2#6; /\$&/, ' !/B&/!/B, !-#6-, ?/!#D!. \$9&6!2, /&9#:); 2!-&6!
9, !&!?\$# ' . -/0, !&6' !. ; , D. :!%&3!#D!-#6-, ?/ . &:);)6C!/B, !%&3!)6!%B)-B!. \$9&6!&\$, & ;!

; . 9;/&6/)&:!')DD, \$, 6-, ;)6!/B, !, +/, 6!/#!%B)-B!/B, ;, !')DD, \$, 6!/? , \$; ? , -/)0, ; !/\$&0, :!D\$#2!
/B, #3!)6/#!?\$&-/-, (!8\$9&6!2, /&9#); 2!&;!/)!)!; !. 6' , \$; /##' !)6!)6' . ; /\$)&:!&6' !. \$9&6!
, -#:C3!&??, &\$; !/#!B&0, !?, \$2, &/, ' !. \$9&6!?:&66)6C!&6' !, 6C)6, , \$)6C!?\$&-/-, !2#; /!
; . --, ; ; D. ::3(!AB);!2&3!9, !9, -&. ; , !#D!/B, !\$, :&/)0, !, &; , !%)B!%B)-B!-#\$, !'); -)?:)6&\$3!
)' , &; H; . -B!& !\$, ; #. \$-, !, DD)-, 6-3!&6' !-: #;)6C!2&/, \$)&: !-3-:, ; H-&6!9, !/\$&6; :&/, ' !)6/#!
' , ;)C6!)6/, \$0, 6/)#6; H&6' !/B, !D&-!/B&!/B, 3!-&6!9, !&??;), ' !#6!&6!)6-\$, 2, 6/&: !; -&; , !
/B\$#. CB!)6')0)' . &: !? \$#0, -/; (!W\$#0, -/; !:)G, !d&2 2&\$9310n; /&' HD#\$!)6; /&6-, H&//, 2? !/ !/
&-/. &::3!&??:3!/B, !)' , &/B&!/ . \$9&6!&\$, &; !; B#. : ' !2)2)-!/B, !?, \$-,)0, ' !, DD)-, 6-3!#D!6&/ . \$&:!
, -#; 3; /, 2; (!AB, !?\$&-/-)-&: !2?;)-&/)#6; !#D!:#G)6C!&/! . \$9&6!2, /&9#); 2!D\$#2!&6!
, -#:C)-&: !, -#6#2)-; !?, \$; ? , -/)0, H#6!/B, !#/B, \$!B&6' H&\$, !2#\$, !:)G, :3!/#!\$, K.)\$, !&!
9\$##' , \$!; #-)&: !/\$&6;)/)#6!&6' !B, 6-, !;)C6)D)-&6!/; #-)&: !&6' !?#;)/)-&: !&-/)#6m)6!/B); !; , 6; , !
P&A#. -B, V; !-B&\$&-/, \$); &/)#6!#D!' , YC\$#%/B!& !& !; #-)&: !2#0, 2, 6!/; , , 2; !K.)/ , !&?/(!M\$)/-&:!
. 6' , \$; /&6')6C; !#D! . \$9&6!2, /&9#); 2!&:: #!B&0, !3, /!/#!9, !/\$&6; :&/, ' !)6/#!?\$&-/-, (!AB);!
2&3!&; #!9, !9, -&. ; , !/B, 3!-&::!&/, 6/)#6!/#!9\$##' , \$!; /\$. -/ . \$&: !; ; . ; !; . -B!& !C#0, \$6&6-, !
&6' !/B, !\$#: , !#D!)6; /). /)#6; !)6!?, \$?, /\$&/)6C!)6, K. &:)/, ; H); ; . , ; !%B)-B!\$, K.)\$, !%)' , \$!
; #-)&: !&-/)#6!&6' !\$, D#\$2(!

AB, !:)/, \$&/ . \$, !\$, 0), %, ' !)6!/B); !?&?, \$!B& !' , 2#6; /\$&/, ' !/B&!/ . \$9&6!2, /&9#); 2!
B&; ;)C6)D)-&6!/-\$#; ; Y'); -)?:)6&\$3!&??, &:(!q, !/!%B):, !/B, \$, !); !; #2, !-\$#; ; Y'); -)?:)6&\$3!
, 6C&C, 2, 6/H)6!?\$&\$)-. :&\$!9, /%, , 6!/B, !'); -)?:)6, ; !#D!, -#:C)-&: !, -#6#2)-; !&6' !?#;)/-&: !

. \$9&6!, -#: #C3!?\$#-, ; ; ; !&\$, !&9; # \$9, ' !)6/#!?\$&- /)-, H% B):, !&D: # % ! # D! G6# %: , ' C, !)6! /B, !
#??#;)/ , ! '\$, - /) #6! -# . : ' !: , & ' ! / # ! & 6! &??\$ # & - B! / B & / ! 9, //, \$! / & G, ; !; # -) & : ! & 6' ! ? # :) /) - & : ! D & - / # \$; !
)6/#!&--#. 6/(!G # \$G)6C!&-\$#; ; !'); -)?:)6, ; !&; # ! # D D, \$; ! / B, ! ? # ; ;)9): / 3! # D! 6, % !)6;)CB/; H
)6-\$, &;)6C! / B, !;)C6)D)-&6-, ! # D! & \$)-B! & 6' ! \$ & ?)' : 3!, 0 #: 0)6C!D), : ' ! # D! \$, ; , & \$-B! # 6 / B, !
2, / & 9 # : ; 2; ! # D!. \$9&6! & \$, &; (!

!
!
!

F. :G, :, 3Hd(!, /!&:(!, ' ;(HE@44(! HP#6' #6<I #. /:, ' C, (!

F. //, :H"(d(H4JJ=(!1#-)&!56;/)/. /)#6;!&6' !, 60)\$#62, 6/&:-B&6C, (!56!Z(!I (!I , ' -:)D!/X!L(!
g##' C&/, H, ' ;(!
MB, :/, 6B&2<!*' %&\$' !*:C&\$(!

M&:/T6!F\$#/#HS(!X!U::, 6HU(HE@44(!
HP#6' #6<I>, 0, :#?2, 6!/W:&66)6C!86)/(!

M&:/\$, , H^(H4JJ7(!AB, !6&/, \$, !#D!?\$#' . -, ' !6&/, \$, <2&/, \$)&:)/3!&6' !G6#%:, ' C, !
-#6;/\$. -/)#6!)6!Z&\$+); 2(! HE=04RH??(4Ef` \(!

M)/3!#D!1/#-GB#:2HE@@=(!d&22&\$93!10n;/&' !f!&! 6)K. , !, 60)\$#62, 6/&:!?\$#0, -/!)6!
1/#-GB#:2(!

M#' #9&6H^(!X!c, 66, ' 3HM(HE@@\(!Z, /&9#:); 2!#D!^,)CB9#\$B##' ;(!

&C, 6-3(C#0(. Gv\$, , , &\$-Bv:)9\$&\$3v?. 9:)-&/)#6;v447i 7` (&;?+!tU-- , ; , ' !b-/#9, \$!
4NHE@44u(!

*O&6;H_W(H#E@44(!I , ;:), 6-, H, -#:C3!&6' !&' &?/&/)#6!)6!/B, !, +?, \$)2, 6/&:-!)/3(!
H#Ni QERH??(EENYEN=(!

"); -B, \$Yc#%&:;G)H_Z(H#4JJ=(!1#-), /3V; !2, /&9#); 2<#6!/B, !-B):' B##' !&6' !&' #: , ; -, 6-, !#D!&!
\$);)6C!-#6-, ?/. &:!/&\$(!56!Z(!I (!I , ' -:)D/!X!L(!g##' C&/, H, ' ;(!
(!MB, :/, 6B&2<*' %&\$' !*:C&\$H??(!44JY4N=(!

"); -B, \$Yc#%&:;G)H_Z(!X!de//:, \$H#g(H#4JJ\(!1#-), /3V; !Z, /&9#); 2<AB, !56/, ::, -/. &:d); /#\$3!
#D!Z&/, \$)&:!' :#%!U6&:3); H#W&\$/!55H#4J=@Y4JJ\(!
??(4@=Y4Ni (! HEQ`RH

"); B, \$H>(I (!X!"\$, . ' , 69. \$CH#g(I (H#E@@4(!* -#:C)-&:Z#', \$6)a&/)#6!&6' !5/; !M\$)/-; <
U; , ; , ;)6C!/B, !W& /!&6' !P##G)6C!A#%&\$' !/B, !" . / . \$, (!
H#4`Q\RH?(@4(!

"#;/, \$H_(F(H#4JJJ(!Z&\$+V; !AB, #3!#D!Z, /&9#:)-!I)D/<M:&; ;)-&:!"# . 6' &/)#6; !D#\$!
*60)\$#62, 6/&:1#-)#:#C3(!
H#4@7QERH??(Ni i Y`@7(!

L&6' 3H_Z(H#E@@`(!I , /B)6G)6C!. \$9&6!2, /&9#); 2<%&/, \$H; ?&- , !&6' !/B, !2#', \$6!-)/3(! H
\QNRH??(Ni NfN=J(!

L&6' 3H_Z(H#E@@i (!8\$9&6!6&/ . \$, !&6' !/B, !, -#:C)-&:!)2&C)6&\$3(!56!^(!M(!d, 36, 6H_Z(!c&)G&HX!
*(!1%36C, ' #. %H, ' ;(!
(!w. , ; /)#6)6C!-)/, ; !, \$, ; (!U9)6C' #6<I #. /: , ' C, H??(!
i EY=E(!

L)\$&\$' , /Hd(H#E@@\(!
MB)-B, ; /, \$<_#B6!g); , 3(!
!E6' !, ' (H

L\$&B&2H#1(!X!Z&\$0)6H#1(H#E@@4(!

d&63&#A(X!U29, Hq(H4J=i (!U!;/. ' 3!#6!/B, !2, /&9#:); 2!#D!-)/, ;(!
H??(EE\FENN(!

d&\$%&3H>_(H4JJ4(! HP#6' #6<!
"\$, , !U; ;#-)&/)#6(!

d&\$0, 3H>(H4JJi (! HM&29\$)' C, HZ&; <!
F:&-G%, ::(!

d, 36, 6H^(M(H#E@@i (!_. ; /)-, !#D!, &/)6C!)6!/B, !-)/3</B, !?#:) /)-&! , -#:#C3!#D!. \$9&6!B. 6C, \$(!56!
^(M(!d, 36, 6H Z(!c&)G&HX!*\$)G!1%36C, ' #. %H, ' ;(!
(!w. , ; /)#6)6C!-)/, ;!; , \$), ;(!
U9)6C' #6<! #. /: , ' C, H??(!i EY=E(!

d, 36, 6H^(M(H#c&)G&H Z(!X!1%36C, ' #. %H*\$)GHE@@i (!8\$9&6!/?#:) /)-&! , -#:#C3!/?#:) /)-)a)6C!
/B, !?#\$#'. - /)#6!#D!. \$9&6!6&/ . \$, ; (!56!^(M(!d, 36, 6H Z(!c&)G&HX!*\$)G!1%36C, ' #. %H
, ' ;(!
(!w. , ; /)#6)6C!-)/, ;!; , \$), ;(!U9)6C' #6<! #. /: , ' C, H??(!4Y4J(!

d#\$69#\$CHU(H4JJ\(!A#%&\$' ;!&6!, -#:#C)-&! /B, #3!#D!. 6, K. &! , +-B&6C, <!&\$)-. :&/)6C!
%#\$: ' !; 3; /, 2!/B, #3!&6' !, -#:#C)-&! , -#6#2)-;(! HE704RH!
??(4E=Y4Ni (!

_&-G; #6#A(H#E@@J(! HP#6' #6<!

P&/#. \$HF(HE@@7!

Z3, \$; HL(HLE@@\(!W, \$)Y8\$9&6!P&6' !I, D#\$2HW#:) /)-&:Y* -#6#2)-!I, D#\$2H&6' !8\$9&6!
W#:) /)-&:!* -#:#C3!)6!o&6a)9&\$(! HEJQNRH!??(Ei `YE\(!

^, %2&6HW(H4JJJ(!1. ;/&)6&9:)/3!&6' !-)/, ;<, +/, 6')6C!/B, !2, /&9#:); 2!2#', :(!
H` `Q` RH!??(E4JfEEi (!

^, %2&6HW(!X!_, 66)6C; H5(HLE@@\(!

A&\$\$_(U(HE@@E(!AB, !2, /&9#:); 2!#D!/B, !)' . ;/)\$&!-)/3!
?(744(!

HE\Q7RH

Sp\$#6HI (HE@@i (!I , 2&G)6C!. \$9&6!, 60)\$#62, 6/;</B, !?#:) /-&!; -#:#C3!#D!&)\$!#?#:. /)#6!)6!
>, :B)!

HN\Q44RH??(E@JN!f!E4@J(!

gB)/, H>(" (HE@@i (!U!#?) /-&!; #-)#:#C3!#D!; #-)#6&/ . \$, ;<I , 0);) #6); /!2&6#, . 0\$, ;!)6!
, 60)\$#62, 6/&!; #-)#:#C3!

H47Q4RH?(7J(!

g#:2&6HU(H4Ji 7(!AB, !2, /&9#:); 2!#D!-) /), ;(!

HE4NQNRRH??(4=JY4J@(!

o)22, \$HU(HE@4@(!8\$9&6!W#?) /-&!* -#:#C3(!AB, #\$, /)-&!-#6-, ?/; H-B&::, 6C, ;H&6'!
; . CC, ;/, ' !D. /. \$, !')\$, -/) #6; (!

Hi `H??(N`NYN7`(!

!